日本水産学会誌

第二十二巻 第四號

Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 22, No. 4, 1956

目 次

昭 和 三 十 一 年
日 本 水 産 学 会
The Japanese Society of Scientific Fisheries
TOKYO

CONTENTS

* In Japanese with synopsis in English.

All communications and publications should be addressed to :
Japanese Society of Scientific Fisheries c/o Tokaiku Suisan Kenkyujo Tsukishima, Kyobashi, Tokyo, Japan.

原子力シンポジウム開催について

主　催　日　本　学　術　会　議
共　催　日本水産学会　他 24 学協会

わが国においても原子力に関する研究並びにその開発利用の準備は着々と具体化してまいりました。すでに大学，研究所，会社などでこの方面を専攻しようとする研究者の数も相当数に達し，なお急増しつつある現状であります。

原子力が今後の科学技術，ひいては一般社会に及ぼす影響の大きなことはすでに疑のないところであり，またその研究開発利用が在来の科学技術の殆んど総ての分野に関連するものであることも周知のところであります。

従つてその健全なる発展には，原子力に関連する各学科技術分野の研究者が広く知識を交換し，研究成果を発表し，かつその内容について討議しあう機会をもつことが必要と思われます。

日本学術会議においては今春以来原子力特別委員会を設け，この問題について審議してまいりましたが，このたび下記により，日本学術会議が中心になり関係学会，協会の共催のもとに原子力シンポジウムを開催することになりました。

本学会におきましてはこの趣旨に賛同し，共催いたすことになりました。

このシンポジウムでは総会講演と一般研究発表とが行われ，一般研究発表は

（A）　物理，原子炉関係　　（B）　化学，材料（核燃料を含む）関係

（C）　生物，医学，アイソトープ（保健物理を含む）関係

の三部門に分けて行われます。

一般研究発表御希望の方は東京都台東区上野公園内日本学術会議「原子力シンポジウム」係あて返信用封筒を添付の上申込用紙を御請求下さい。

記

日　　時：　昭和 32 年1月 13 日～15 日　　　**場　　所**：東　　京

一般研究発表の申込締切期日：　昭和 31 年 10 月 31 日

（注）　研究発表は1人1題 15 分，討論を 10 分程度とし，前記3部門別に 30～40 件程度とする。総会講演は1時間程度で，場合により各部門別の代表者に依頼する。

場所は　**一般研究発表**（13，15 日）東京大学　　**総合講演**（14 日）科学博物館

原子力シンポジウム参加申込要項

1.　申込は下記書式にしたがつて官製往復ハガキに記載し，日本学術会議内「原子力シンポジウム」係あて送付すること。

往復ハガキの「復」の方には申込者の宛名を記入する。（申込の採否を通知する）

2.　申込は1人1件とする。連名の場合は講演者に○印をつける。

講演者は共催学協会の会員でなければならない。たゞし，共同研究者はこの限りではない。

3.　講演要旨は横書原稿用紙（学術会議事務局にあり）1枚に，題目，発表者氏名と，研究の要旨を要領よくとりまとめて記載し，期日までに到着するよう日本学術会議内「原子力シンポジウム」係に送付されたい。

講演要旨が〆切迄に未着の場合は申込を取消したものと認める。

4.　研究発表の申込が全体として多すぎた場合は申込をお断りすることがある。

5.　発表希望部門の変更，講演日の割当，時間の調整等は準備委員に一任されたい。

○研究発表申込講演要旨　〆切期日　昭和 31 年 10 月 31 日

研究発表申込書　　*No.

発表者氏名（フリガナつき）
勤務先，地位
専攻分野，主なる所属学会
通信連絡先
演　　題
発表希望部門
　A：　物理，原子炉　　　B：　化学，材料
　C：　医学，生物学，アイソトープ応用
講演時間　　　分（30 分以内とす）
研究の行われた場所
　　　　*講演番号

* 印は記載しないこと。
発表希望部門については符号を○印で囲むこと。

海水中の懸濁質に関する研究—I. 懸濁質係数 (Suspension factor) とその意義

花岡 資・古川 厚・野上和彦
(内海区水産研究所)

Studies on Suspended Matter in the sea—I. On "Suspension Factor" and its Meaning

Tasuku HANAOKA, Atsushi FURUKAWA and Kazuhiko NOGAMI

Previously, HANAOKA and MURAKAMI reported a relation expressed by the equation

$$I_T = I_0 \exp(-aT^b)$$

where T is the visible transparency depth of Secchi disc, I_0 and I_T the underwater daylight illumination in the sea at the surface and the depth T respectively, and "a" "b" are constants.

The present authors confirmed experimentally that the relation can exist in such various suspensions, in which the particles have comparabfe sizes to the wave-length of incident light (Table 2) and not the RAYLEIGH-scattering but probably the MIE-scattering may take place.

The experiments showed that the extinction coefficient (μ) in these suspensions was related to the visible transparency T by the equation

$$\mu = aT^{-b'} \qquad \text{(Fig. 1)}$$

Applying this relation to the LAMBERT's equation $I_d = I_0 \exp(-\mu d)$. we obtain

$$I_T = I_0 \exp(-aT^{1-b'}) = I_0 \exp(-aT^b)$$

which snows a good fit with the observations (Table 1, Fig. 2)

At the same time there was another observed relation expresed by the equation

$$T = \alpha C^{-\beta}$$

where C is the concentration of suspended material (Fig. 3).

Therefore, from these relations we obtain

$$\mu = KC^B \qquad \text{(Fig. 4)}$$

In the case of the RAYLEIGH-scattering, there applies a relation $\mu = KC$, called BEER's Law, but in our case B is not equal to unity.

In natural sea water, the value of "b" can be estimated to be a constant, 0.7, in neritic as well as inshore sea waters, while "a", in general, varies depending on water measses, higher in the more neritic waters and lower in the more oceanic waters.

In the sea was also found a relation

$$\mu = KS^{0.2}$$

where S is dried weight in mg of the residue per 1 liter of the sea weter filtered by molecular filter (APD 250 mμ), when the filtrate shows almost the same absorption coefficient as that of distilated water, and k is represented by the equation

$$k = 0.86a - 0.154 \qquad \text{(Fig. 5)}$$

It is shown here that when "b" is constant, the higher the value of "a", the smaller the size of suspended particles.

On the other hand, we obtain

$$S = \gamma\tau \qquad \text{(Fig. 6)}$$

where τ is the absorbtion coefficient to the light. So "a" is expressed in terms of μ and τ as follows

$$a = 0.92\mu\tau^{-0.2} + 0.179 \qquad \text{(Fig. 7)}$$

1956 年5月 28 日受理

Thus we can compute the value of "*a*" by knowing μ and S or τ, instead of T, even in the case where T cannot be observed or the value "*a*" is required by layer.

Both "*a*" and "*b*" do not depend on the concentration of suspended matter, but "*a*" depends only on the particle size when "*b*" stays constant. So we would like to call "*a*" "suspensionfactor".

It can show not only the micro-construction of water masses in the sea, but also seems to correlate with the distribution and growth of various filter-feeding organisms. For instance, oyster, ***Ostrea gigas*** appears to show its optimal growth in such regions where "*a*" is between 0.4—0.5 (Fig. 8), while in its seed-bed, it has some higher value. We obtain also the value of 0.4 in the pearl oyster bed, and 0.8—0.9 on Mogai *Anadara suberenata* bed.

海水の濁りの主成分をなす懸濁性の微粒子については最近かなりの注目をひき，いくつかの研究報告が著わされているが，之は海洋学的微細構造を知る上に有力なものであり，又水産学的に海洋の生産の基礎として，植物 Plankton と並んで重要且興味ある研究対象である。之等粒子の質と水中照度との間には複雑な関係があり，著者の一人花岡[1]は先に海に於て Secchi disc に依る透明度の深さ（T）と，その深さに於ける照度（I_T）との間には，経験的に

$$I_T = I_0 \exp(-aT^b) \quad (I_0：表面照度，a，b\ は或る恒数)$$

の形の関係があることを報告したが，最近，此の関係が成立することを実験的に証明し，又"*a*"につき興味ある結果を得た。

T と I_T に関する実験

1. 方法： 各種懸濁溶液を調製し，種々の濃度でドラム缶半截（直径 60 cm，深さ 35 cm，約 75 *l* 容）の容器に満し，透明度の深さは直径 5 cm の木製白ペンキ塗の透明度板で測定し，同時に各深度の水中照度を Selenium 堰層光電池（Filter：エタロン視感度フィルター）によつて測定した。光源は ***Chlorella*** の時のみは暗室内で普通電球を用いたが，他の実験は屋外で自然光下で実施した。透明度の深さを測定する為容器（深さ 30 cm）の関係上可成り濃厚な液を使はねばならなかつたが，その為に水中照度に及ぼす周壁・底面からの影響は無視出来た。

2. 材料： 材料として次の 5 液を使用した

i. 酸化マンガン膠質液　過マンガン酸カリの 0.3％液 4 *l* に 3％過酸化水素液 670 cc. を攪拌しながら除々に加え，得られる褐色懸濁液を原液とする。

ii. 酸化鉄懸濁液　暫らく使用しなかつた水道管から出る褐色液を用いた。

iii. カッチ水溶液　B カッチ 2 kg を 3 *l* の水に加え熱し極力溶解さした後の上澄液を使用。

iv. 墨汁　市販墨汁 1 缶（約 60 cc.）を 1 *l* の水に薄めたものを原液とした。

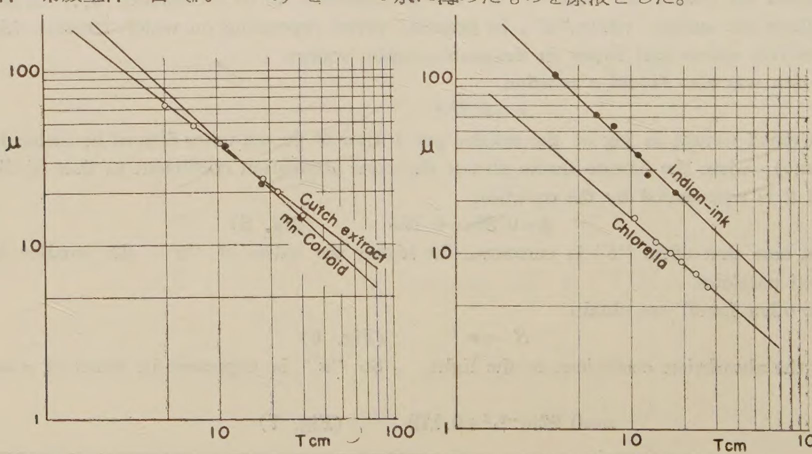


Fig. 1. Relation between extinction coefficient (μ) and visible transparency depth (T) of white disc, 5 cm. of diametre, in various suspensions.

Table 1. Results of experiments on various suspensions.

Suspension	Concentration	Depth of Visible Transp.	Extinction Coefficient	$\mu\times T$
	mg. $/l$	(T) cm.	(μ)	
Colloid of Manganese (treated $KMnO_4$ with H_2O_2)	13.0	30.0	14.1	4.23
	25.5	18.0	22.6	4.07
	44.6	11.1	36.2	4.02
	g. $/l$			
Cutch-extract	0.824	30.6	14.8	4.53
	1.33	22.5	20.0	4.50
	2.03	18.2	23.8	4.33
	2.77	10.4	38.0	3.95
	3.32	7.5	48.0	3.55
	3.73	5.0	62.0	3.10
	mm^3/l			
Indian-ink (1)	15.0	29.7	13.0	3.86
	19.0	23.4	14.4	3.37
	25.2	19.0	18.1	3.44
Indian-ink (2)	23.6	18.0	22.3	4.01
	33.3	12.5	28.3	3.54
	40.5	11.0	36.8	4.05
	56.4	8.0	54.0	4.32
	72.6	6.3	61.0	3.84
	125.0	3.7	107.0	3.96
	mg/100 cc.			
Chlorella	3.06 (7.7×10^5 Cell/cc.)	27.3	6.53	1.78
	3.83 (9.7)	23.5	7.66	1.80
	4.60 (11.6)	19.5	8.96	1.75
	5.58 (14.1)	17.0	10.06	1.71
	9.04 (22.4)	14.0	11.8	1.65
	11.8 (29.0)	10.5	16.1	1.69
Rusted Tap-water		26.4	3.9	1.03
		21.4	4.3	0.92
		18.5	5.0	0.925
		7.6	11.5	0.874

v. *Chlorella* 懸濁液　水槽中に繁殖した *Chlorella* を濾紙2枚を重ねて濾過濃縮したものと原水槽中の水とを適宜混合。

3. 結果： 上記各種懸濁質溶液の色々の濃度での実験結果は Table 1. のようである。

消散係数 (μ) と透明度の深さ (T) との関係を見ると，各懸濁液について何れも

$$\mu=aT^{-b'} \tag{1}$$

の関係が成立しているのが見られる (Fig. 1)

之等の実験の際水中照度分布は Lambert の式 $I_d=I_0e^{-\mu d}$ (d：或る任意の深さ，I_d：d の深度に於ける照度）が略適用される。（但波長組成が表層と底層と異なる所から来る多少の歪はあるが実際上はそう大きくなかつた。只カッチの場合は可成り大きかつたが，之は試料の調製に失敗し，数回に分けて作つた為各濃度に於ける粒子組成が一様でなかつたことが大きく原因していると思われる。此の場合 Table 1. 中の μ は表面から T 迄の平均をとつてある。)。

今 Lambert の式の μ に（1）式を代入すると

$$I_T=I_0\exp(-aT^{b'-b'})=I_0\exp(-aT^b) \tag{2}$$

各試料の結果について a 及び b を計算し (Table 2)，（2）式によつて曲線を画くと，之は実験値とよく合う (Fig. 2)。又各液の懸濁質濃度 C と透明度深 (T) との間にも Fig. 3 のように

$$T=\alpha C^{-\beta} \tag{3}$$

の関係が成立するのが見られる。故に（1），（3）式から，

$$\mu=aT^{-b'}=a(\alpha C^{-\beta})^{-b'}=k'C^B \tag{4}$$

を得る (Fig. 4). Beer の法則として，$\mu=KC$ があるが，之は Rayleigh 散乱の場合に適用されるもの

Table 2. Values of constants a & b in equation (2) applied to each result of experiment, and r is the mean radius (in μ) of particles, obtained by BURT's method (using spectrophotometer).

Suspension	Radius of Particle (μ)	"a"	"b"
Colloid of Manganese	+0	4.47	0.05
Rusted Tap-water	0.2	2.44	0.11
Cutch-extract	0.4	5.9	0.2
Indian-ink	0.8	(1)3.58 (2)4.18	0.024
Chlorella	3.5	2.15	0.143
Sea-water		0.13—2.	0.7

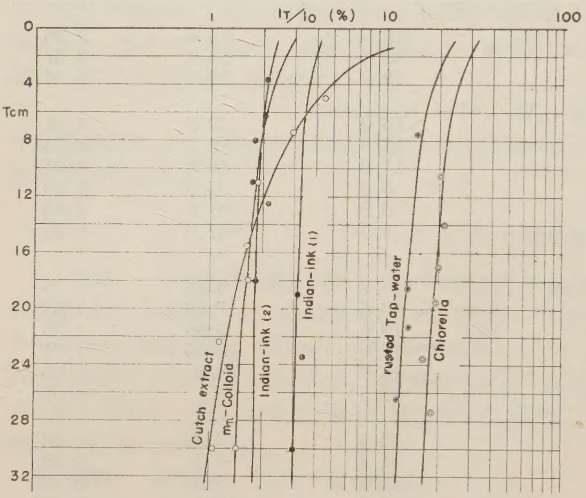
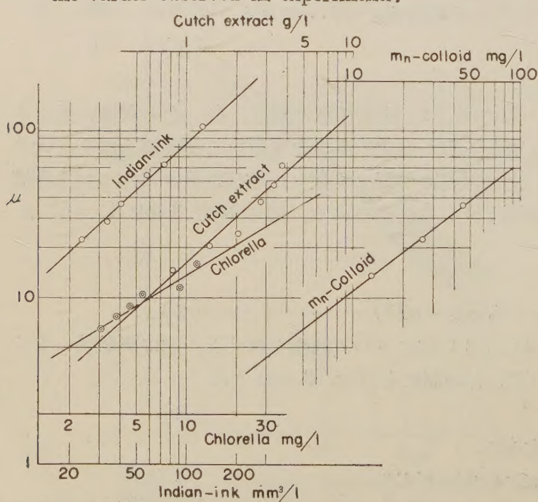


Fig. 2. Relation between visible transparency depth T and intensity of underwater illumination at T (in % to that at surface)
Curves are obtained from the eq. (2) giving the constants the values as shown in Table 2. Points represent the values observed in experiments.



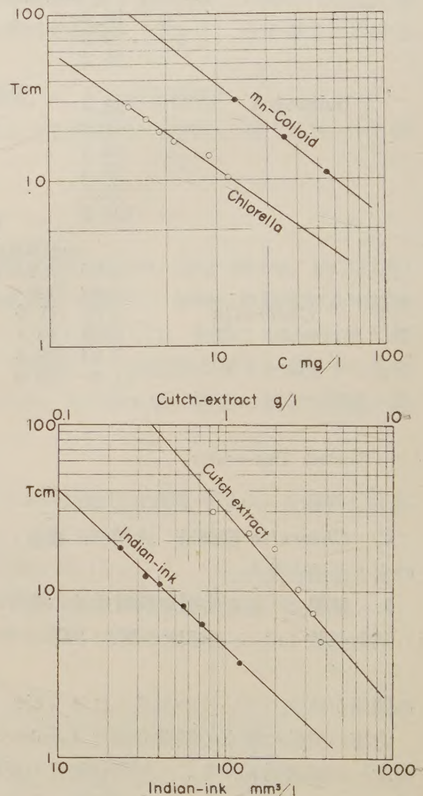


Fig. 3. Relation between T and concentration of suspended material
(Mn) $T(m)=2.44C^{-0.812}$
(Chlorella) $T(m)=0.611C^{-0.717}$
(Cutch extract) $T(m)=0.285C\mu^{1.136}$
(Indian-ink) $T(m)=3.51C^{-0.94}$

Fig. 4. Relations between extinction coefficients and concentration of suspended materials. Curves are obtained from eq. (5). Points represent the values observed.
(Mn) $\mu=1.92C^{0.771}$
(Cutch-extract) $\mu=16.05C^{0.91}$
(Indian-ink) $\mu=1.23C^{0.918}$
(Chlorella) $\mu=3.29C^{0.614}$

で．此の場合のように粒子の大いさが略光の波長と同程度の場合（Table 2），即ち Mie 散乱と考えねばならぬ場合には B≠1 となるものと考えられる。Table 中の粒子の半径 r は，BURT の方法により Spectrophotometer によつて，或る濃度の懸濁液につき種々の波長の光で測定した吸光係数の変化傾向（λ=600 mμ に於ける値を標準値として表わす）と Effective area coëfficient（K）（前と同様 λ=600 mμ の場合を標準とする）の理論的変化傾向とを比較して推定した平均半径である[2]。

海の場合には Mie 散乱と考えねばならないことは菱田氏によつても強調されているが，*若しそうであるとすれば，前報告[1] のように（2）式即ち又（1）式の形が成立して好い筈である。

4. 論議：“b” について（2）式中の “b” の値は自然海水の場合，沿岸水では之迄の資料では b=0.7 の値が一般に得られる[(1)]。実験の際，市販墨汁を 1 l の水に稀釈したものを原液としたが，之を 1 日放置して翌日再びその上澄をとつて試料を作製した時，a は第1日 3.58 から第2日には 4.18 と変つたが，“b” は全く変らず一定値が得られた（Table 2, Fig. 2）。即ち粒子の質が変らず，その大いさが変つた場合には “b” は不変で a のみが変化することが考えられる。又墨汁の “b” が 0.024 で他のものに比し値が小さいことから之は粒子の光に対する反射率の如きものと関係するのかもしれない。海水の場合沿岸水で “b” が const. と認められることは，比較的懸濁質の質的組成が近似しているのであろうと考えられるが，（遠洋水については多くの資料が得られねば急には何とも云えない。）之は後出 μ.S の関係からも想像出来る。

“a” について a は是迄に得られた値では 0.13～2 の範囲で，沿岸程又陸水の影響のある程，値は大きく，遠洋水程小さい。この値の分布によつて一湾内で可成り微視的に水塊の分布を知ることが出来る。

（2）式から $aT^b = -2.3\log\dfrac{I_T}{I_0}$ 即ち a は透明度の深さが 1 m になるような濃度に色々の粒子を懸濁さした場合，その 1 m 深での照度の表面照度に対する％に関する数値である。之は少くも Mie 散乱の場合光に対する粒子の散乱率，吸収率によつて色々になつて好い筈である。1929 年に POOL & ATKINS[3] が統計的に提出した μT=Const(=1.7) なる関係は海の場合にはあり得ないと考えられるもので，之は英国海峡だけの狭く且水中の懸濁物の質にあまり大きな変化のない場所で得られたもので一般に，特に沿岸のように色々の水塊が入り乱れる所には適用し得ないものである。$\mu \times T$ の値は Table 1 に示したように粒子の質によつて非常に異るが同一粒子でも濃度の増加と共に漸減の傾向が見られる。POOL & ATKINS の 1.7 の値は *Chlorella* の場合とよく似ている。

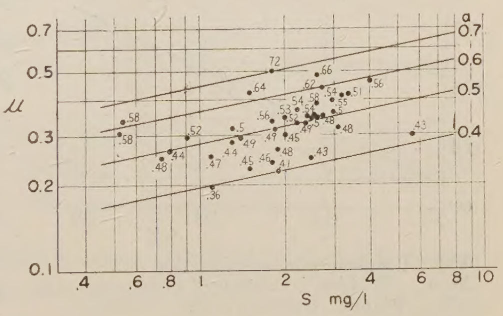


Fig. 5. Relation between extinction coefficient (μ) in the sea-water and dry weight of suspended matter in it collected by molecular filter (APD: 250 mμ). Lines show the ranges of “a”, Suffix Nos. are the valuet of “a” computed from T and I_T observed at each station.

a と他の要因との関係

沿岸水を採水器**で採取し，直ちに Molecular filter（平均孔径 0.250 μ）で濾すと，その濾液の吸光係数 τ は蒸溜水のそれ（τ_0）と殆ど同じなので*，Fiter 上の沈澱物の乾燥量（100～105°C；1.5～2 h.）S mg/l を前述の C と見て，S と μ との関係を図上に点描**すると観測点によつて種々の関係があるが，その各観測点毎の “a” の値によつて区画すると Fig.

* 菱田耕造：“沿岸水中の濁りと明るさについて” 昭和 31 年4月日本水産学会日本海洋学会共催生物環境シンポジウムにて講演

** 海水には Yellow-substance 其の他の溶解物の存在が考えられ，事実生の沿岸水について BURT の方法（effective area coefficient の対比による方法）を試みても理論的の曲線とは全く異る形となり，粒子の大いさの推定は不可能であるが，MFで濾すと，濾膜に強い種々の着色が現われ，濾液の方は略々蒸溜水と同様の吸光係数を示す。之は之等溶解色素の分子量の大なる為に吸着されることを示すのではないかと考える。濾膜上の色によつて水域を微細に区画することができる程である。之等の点，並びに懸濁物の採集法，S mg/l 等についての詳細は別報する。

*** 後述の如く懸濁物の不均一分布の為に，毛細管採集法による S mg/l は約1時間の平均濃度であり，μ は水中照度を測定した際の，いはば瞬間値であるから，両者は厳密には対応出来ない。しかし統計的には大きな差は出ないと考えられる。此の点についても詳細は別報する。

**** 資料は広島湾附近3点の 1955. IV～1956. I 間月夫々1回～2回の観測・測定結果である（詳細別報）

5***の如く，“a” の値についての平行線で区分することが出来て，

$$\mu = kS^{0.2} \qquad (5) \qquad (\text{茲に } k = 0.86a - 0.154)$$

の関係が認められ，同じ S mg/l に対し μ の値の大きい程 a も大きくなる。即ち粒子が小さい程 a の値は大きくなることが認められる。(前述の墨汁の場合大型の粒子が沈澱し，第 2 日目には表層の粒子が小さく従つて a が大きくなつたと考えられる。)

（5）式から，T の値が与えられなくても，S が判れば μ との関係で a を求めることが出来る。

又吸光係数 τ は粒子の密度と比例することが考えられるが，実験値の S と τ* との関係は略

$$S = \gamma\tau \quad (\gamma \fallingdotseq 3.17) \qquad (6)$$

で表し得る (Fig. 6)。この際多少点が振れるのは濁度の分布は極めて不均等のもので**，相並んで同時に採水しても，又秒間をも隔てず連続採水してもS値には可成り差が生ずることから由来すると思われる**。（数 l の海水を少し宛 1 時間もかけて採水すると船の舳と艫との採水でも，比較して殆ど差がなくなる**。）

（5），（6）式から

$$a = \frac{1}{0.8^{6} \cdot \gamma^{0.2}} \cdot \frac{\mu}{\tau^{0.2}} + \frac{0.154}{0.86} = 0.92\,\mu\tau^{-0.2} + 0.179 \qquad (7)$$

(Fig. 7 参照)即ち水中照度計によつて μ，並びに濁度計によつて τ を知り得れば a を求めることが出来る。Fig. 6, Fig. 7 は昭和 30 年 4 月～昭和 31 年 3 月の観測値につき画いたもので Fig. 6 S は毛細管採水試料より得，黒点はその試水につき τ を測定したものであり，白点は毛細管法で採水中並行して採水器で採つた試水につき τ を測定したものである。尚 Fig. 7 の直線は（7）式から計算したものである。***

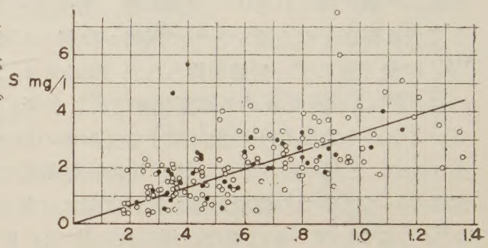


Fig. 6. Relation between S mg/l〔Dry weight of residual of sea-water on molecular filter (A.P.D. 250 mμ)〕and Turbidity

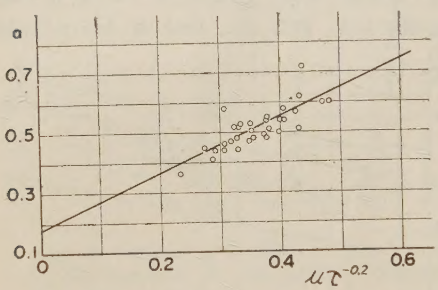


Fig. 7 Relation between“a” and $\mu\tau^{-0.2}$ in eq. (7) Line is obtained from eq. (7). Points represent the values observed.

海の表層乃至沿岸の浅所について平均的な a を求める場合には透明度の深さ並びに μ から求めれば最も簡単であるが，海水が清澄で透明度板が底面に達して透明度の深さを求め得ない場合や，深層の水について，乃至水塊の立体構造を知ろうとする時には μ の他に S 或は τ を知る事によつて，その場所の “a” を求めることが出来る。

以上の “a” なる値は Lambert の一般式 $I_T = I_0\, e^{-\mu T}$ に於て，$\mu T = aT^b$ とおいたもので μ, T は共に粒子の密度にも関係する値であるが，a, b は共に密度には全く関係なく，a は沿岸水のように b=Const. と考えられる範囲内に於ては粒子の大いさの変化と共に変化する常数になつている。従つてその真の理論的内容は完全には明かでないが，こゝでは一応 “a” を懸濁質係数 (Suspension factor) と名付けることとする。

Suspension factor “a” の分布

湾内水に於ける “a” の分布については先にも発表した通り[1]，微細な海洋構造を示し得るが，又上述のように之は粒子の大いさに関係し，filter-feeder の分布・成長と密接に関連するようである。小笠原氏***の研究によるとカキ (*Ostrea gigas*) の肉質や成長は狭い水域内でも色々の相違を見せるが，その水平分布や季節変化を a の値の変化と比較対照すると興味ある関係が認められ，カキの成育は a=0.4～0.5 の水域

---

* Light-path : 30 cm. 光源 : 8 v. 40 w. エキサイトランプ. 受光 : 東京光電 32mm セレニウム堰層光電池. を製作測定す. 詳細は別報

** 詳細は別報

*** 詳細は別報

で成績が最も良く，$a>0.7$ では不良で水分 85％以上の所謂ミヅガキになる（Fig. 8）。東京湾では昔盛にカキの養殖が行われた場所でも現在 $a>0.7$ の所では行われなくなつて居り，又一般に $a<0.3$ の範囲ではカキ養殖は実施されていない。カキの攝取する餌料粒子の好適な大いさと関係するものではないかと考えられる。カキ採苗場の“a”の値は成育場の夫より稍々大きい。Larva 乃至稚介が Adult より小型の粒子を攝取することはハマグリで認められている[4]。藻介の棲息水域は笠岡湾，中海共に $a=0.7\sim0.9$ を得，真珠介では種々の漁場で好適“a”の値として 0.4 前後を得た。之等については別に詳報したいと考える。

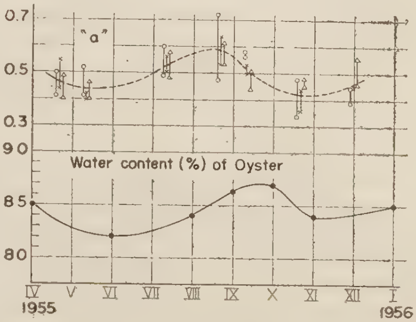


Fig. 8. Seasonal variation of “a” and the water content (%) of oyeter body in the Hiroshima-Bay.
○—○ represents the range of “a” in upper layer of water
×—× 〃 〃 〃 midlle 〃
△—△ 〃 〃 〃 bottom 〃
Water content (%) shows the mean value in eacr layer.

尚日本海の水は太平洋岸の水に比し，同じ T でも I_T/I_0 が小さい。（μ の大いさの割合に，暗い所迄透明度板が見える）即ち“a”の大きい水が可成り沖合まで拡がつている。舞鶴湾，中海共に 3 月に湾口部迄 0.6 程度の水が少くも表面に存在するが，瀬戸内海では二次湾，例えば広島湾内の海田湾でも，その程度に“a”の大きい水塊は此の時期には極く湾奥の河口附近のみに局限されているに過ぎない。この事実は“日本海の湾では，極沿岸性プランクトン群衆が広く湾口迄分布しているに反し，瀬戸内海では二次湾に於てもそのような群衆は，湾奥の極く一部に局限されている”という山路勇氏の発表* と符節を合している。之は日本海の湾では水の置換率の悪い為であろうと考えられるが，このような粒子分布が日本海沿岸の底棲生物にどの様な影響を及ぼしているかは興味あることと思う。

従来之等生物の成長繁殖等は水温，塩分の面から主として論ぜられたが，栄養即ち餌料の面からも考えられねばならないし，又それは極めて重要なことと考える。

一般に a の分布は表層 Cl ‰ の分布と比較的よく一致するが，逆の関係になることもあり，Cl ‰ の絶対値よりはその等値線の分布の模様が“a”の夫と似ている。又水域によつて可成り一定した季節変化を示すようであり，沿岸養殖場の優劣やその遷移の問題と関連して考えられるように思われる。

本研究に際し種々御協力を得た内海区水研の久岡・木曽両氏及カキにつき未発表の資料を貸与せられた小笠原氏に深謝する。又色々御検討下さつた菱田耕造氏に厚く御礼申上げる。

文　献

1) 花岡　資，村上彰男：“内湾に於ける水中照度”内水研報告 6，7～14 (1954).
2) W. V. Burt : Distribution of suspended materials in Chesapeak Bay” J. Mar. Res. 14 (1), 47～62 (1955).
3) H. H. Pool & W. R. G. Atkins : “The photochemical and Photoelectric Measurement of Submarine illumination through out the year. J. M. B. A. 16 (1), 297～324 (1929).
4) 古川，野上：ハマグリの Clearing Activity について（30 年度日本水産学会春季大会発表）.

* 山路　勇：昭和 31 年 4 月日本水産学会日本海洋学会共催生物環境シンポジウム講演

海水中の懸濁質に関する研究—II. 浅海有機懸濁質の一測定法

古川　厚・小笠原義光・久岡　実・野上和彦
(内海区水産研究所)

Studies on Suspended Matter in the Sea -II. On a Method for Measuring the Organic Suspended Matter in Shallow Water

Atsushi FURUKAWA, Yoshimitsu OGASAWARA, Minoru HISAOKA and Kazuhiko NOGAMI

Suspension feeders in the sea obtain tneir foods from the surrounding water filtering the fine particulated organic matter in it. So it might be of importance to know the amount of organic suspended matter in sea water for the problem of growth of such organisms.

Though our method is principally the same to the Fox's, we simplified his apparatus to be more convenient for the survey in shallow waters. (Fig. 1).

Our results are as follows ;

a) Both the same scale of total apparatus and the size of filtering-cup must be required to obtain the equal effciency to retain the particles.

b) The presence of Ammonia-N dissolved in the water gives some error to be corrected on the result of organic-N content of the matter filtered determined by KJELDAHL method.

c) It is concluded that the suspended matter in the water can be removed rather perfectly by the powder filter or membrane filter, showing nearly the same absorption coefficient of the filtrates to the incident light as that of distilled water.

前報[1]に於ては主として海水中に存在する懸濁質の粒子組成に関連した懸濁質係数 (Suspension-Factor) に就いて報告したが，今回は浅海に浮游している有機懸濁質の測定法について報告する。一般に貝類の餌料は海水中の微小懸濁質であると云われている。従つて貝類養殖の生産を生物学的に考察する場合には，そこに存在する餌料の質と量を度外しては考えられない。特に餌料としての水中懸濁質は栄養的見地より取りあげる事が必要であろう。此れ等の諸点に鑑み此処にその一測定法を述べ大方の御批判を得たいと考える。

なお，本文に入るに先だち，終始御指導にあずかり且つ亦御校閲を賜つた所長花岡資博士，種々御鞭撻御助言を賜つた東大松江吉行博士並に各種文献の集聚に御尽力いたゞいた東大橋本芳郎助教授に厚く感謝の意を表する。

方法の概要 : 本法は D. L. Fox 等[2]の方法を浅海調査に適する様に若干改良した，Powder-filter 法である。D. L. Fox 等は直径 30 mm の Stainless-steel-filter cup を特別に考案した真空受器に装置し所要の水深で直接水中で濾過出来る様にしているが，吾々の場合は浅海で使用するため，Filter-cup を吸引用肉厚ゴム管に附け船上で吸引し濾過する様にした (Fig. 1)。

Filter-cup : 使用した Filter-cup は濾過面直径 32 mm の硝子 Filter (3 G-1) で Fig. 1 の如き T 字型の金属管に 2 個装置して使用する。

濾過剤 : 濾過剤の撰択は本方法で最も重要と考えられるもので，D. L. Fox[2)3)] 等の詳細な研究があり，その結論として純粋の MgO, SiO_2 の混合粉末が最も良い事を報告している。吾々も上記混合粉末を使用したが，D. L. Fox 等は両粉末の重量比を 1 : 1 として 1 cup 当り 1.0 g を使用する事にしているに対し，吾々

1956 年 6 月 6 日受理

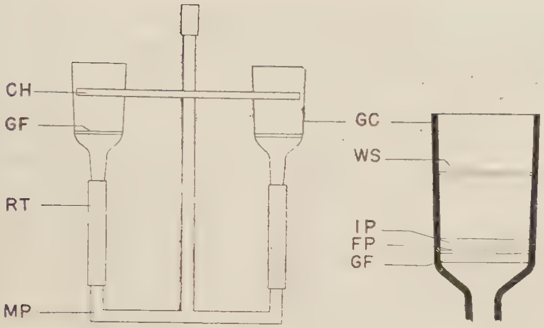


Fig. 1. Diagram of the apparatus. MP…Metal-pipe. RT…Rubber-tube. GC…Glass-cup. CH…Cup-holder. WS…Wire-screen. IP…Inert adsorbent powder (SiO_2—0.5 g., MgO—0.3 g.). FP…Filter paper. GF…Glass filter.

は各種混合比並びに 1 cup 当り使用量を種々変え試験した結果，濾過時間，濾過面の安定度等を考慮し MgO=0.3 g, SiO_2=0.5 g を使する事が良好な結果を得る事を知り，この混合率のものを使用した。使用に供する粉末は何れも標準篩 120 # を通過したもので，特に窒素化合物を含まないものを使用した*。

濾過面の保護 ： 濾過層の調製にあたつては，硝子 Filter 上に東洋濾紙 No. 5 A を敷き，その上に上記混合粉末を蒸溜水亦は Membrane-filter で濾過した海水でよくときまぜたものを注入し，完全に沈澱するのを待つて，徐々に吸引し，cup に満水したまゝ所要の深さまで沈下する。さて此のように沈下した場合流れの比較的少ない場合には濾過面は安全であるが，流れの強い時には cup 内に渦流が生じ，時には濾過材が殆ど流出する場合がある。此れを防ぐために cup の途中に金網又は Plankton-net を挿入する。此の事は亦大型粒子の混入を防ぐためにも役立つ。

分析 ： 濾過し終つた1組の cup は濾過層をケルダール分解瓶に移し，常法に従い窒素の定量を行つた。

方法の吟味：（1） Powder-filter の懸濁質保留に就いては2面より吟味する必要がある。その1つは Powder-filter が何の程度の微粒子を濾別するかであり，いま1つは，一定の基準のもとに調製した Powder-filter の濾過が一様であるか否かである。前者に就いては D. L. Fox[3] は蒸溜水，及び海水で稀釈した Hemoglobin を使用して試験し濾過層の下面にはその存在が認められなかつたと云つている。彼等は更に採水したまゝの生海水と，濾過海水との B. O. D. の変化を約 30 日間にわたつて試験した結果 Powder-filter は可成の微小粒子をも濾別する事を報告している。吾々は市販の墨汁（粒子は 1 μ 以下）に就て試験した結果，普通濾過層の下面に墨汁の存在は認められなかつたが，時には濾紙が硝子 filter に充分密着していない場合等には通過する事もある。次に濾過能の一様性に就いては海水を使用して試験した。即ち海水を清浄にした 10 l 硝子瓶に汲み，2組の装置を使用し，同時に濾過し，分析した結果は Table 1 の通りであつた。本表中濁度 (τ) は吾々が使用している Light-path 30 cm の光電池濁度計で測定した値である**。此れ等の結果から各組の装置とも濾過能は極めて一様である事は明らかであらう。Powder-filter を使用して得られた濾液に就いて D. L. Fox 等はチンダル現象を見ているが，吾々は上述の如く，濾液の清浄を濁度計により測定した（Table 2）。その結果同表の Membrane-filter（平均孔直径 250 mμ）の値と比較すると濁度で約3倍程度の値を示している。しかし，蒸溜水を Powder-filter で濾過した場合でも，大体同程度の濁度を示す事を考慮すると，

Table 1. Retention of suspended organic matter in the sea water by powder-filter, testing by the Kjeldahl Method in laboratory.

Sample	Cup No.	Chlorinity (‰)	Turbidity (τ)	Organic-N (mg./L.)	Total-organic matter (mg./L.)
A	A_1	17.61	1.05	0.089	1.51
	A_2	〃	〃	0.089	1.48
B	B_1	17.60	—	0.107	1.82
	B_2	〃	〃	0.108	1.84
C	C_1	17.57	1.57	0.044	0.75
	C_2	〃	〃	0.045	0.77

* SiO_2 には可成窒素化合物を含む製品があり，吸着能等を維持して精製する労をはぶくためにメルク製を試験した後に使用している。

** 懸濁質に関する光学的測定法及び野外での測定結果に就いては稿をあらためて発表する予定。

Table 2. Retention of suspended matter in the sea water by powder and membrane-filter, testing for residual particle in filtrate by the turbidimeter (light path 30 cm) in laboratory.

Powder-filter

Sample	Chlorinity (‰)	Turbidity (τ) Original water	Turbidity (τ) Filtrate	Filtrate Volume (cc.)
I *	17.25	0.54	0.15	1500
II	17.15	0.90	0.17	1500
III	17.01	1.31	0.12	1500
IV	16.62	3.65	0.12	1500
Dist. Water	0.	0	0.13	1500

Membrane-filter**

Sample	Chlorinity (‰)	Turbidity (τ) Original water	Turbidity (τ) Filtrate	Filtrate Volume (cc.)
I *	17.25	0.54	0.05	1500
II	17.59	2.85	0.04	1200
			(1.00* *)	1200
III	16.34	2.31	0.05	1500
Dist. Water	0	0	0	1500

* the same water sample

** made in Germany, pore-size Max. 400 mμ., Mean 250 mμ.

*** Toyo Roshi filter paper No. 5 A.

約3倍の値を示した事は海水中の粒子に依るものでわなくて，濾過中 Powder が流出した事に依るものと考えられる。従つて大体 Membran-filter 程度の粒子保留能を予想しても大過ないものと考えられる。此れ等2つの濾過材に比較して，東洋濾紙 No. 5 A の値は可成り大きなものである（吸引濾過）。F. A. Armstrong & W. R. G. Atkins[4] は孔径 1.09 μ の Gradocol 膜と Whatman 濾紙 No. 50 との懸濁質保留能の比較を行つた結果，後者は約 4 % 多く懸濁質を通過させたと云い，更に孔径 0.2 μ の Gradocol 膜を使用した場合でもチンダル光の試験では，濾液中になほ若干の懸濁質の存在が認められたと報告している。東洋濾紙 No. 5 A を使用した吾々の試験でも可成りの懸濁質が通過する（τ=1.00）が，原海水（Table 2 の測定時より約3時間後 τ=2.63 で若干沈澱が見られきれいになつていた）を，Membrane-filter で処理した海水（τ=0.08）で稀釈した場合の濁度 τ の変化を見ると稀釈率に対し直線的関係が見られ（Fig. 2），此の直線から τ=1.00 に相当する値を求めると，原海水の懸濁質濃度に対し約 36 % となる。勿論此の値は尚ほ種々吟味すべき点があるが，東洋濾紙 No. 5 A を通過する粒子が海水中には可成り存在する事の証明にはなり得るものと考える。W. H. Harvey[5] は Whatman No. 2 濾紙と 0.9 μ の Membrane-filter を使用しプリマウス沖の海水を処理し，アセトンで抽出される Chlorophyll の量で両者の濾過能を比較し，濾紙を通過するものは Membrane-filter のそれに比し約 40 % 多くなつている事を報告している。海水に依り懸濁質の性質は異なり，且つ試験の方法も違つているので吾々の場合と直ちに比較する事は困難であるとしても，海水中の懸濁質には可成り多量の微小部分が存在している。

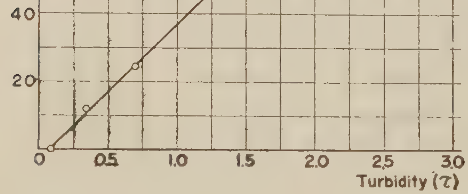


Fig. 2. Relation between the concentration of the suspended matter in the water and the turbidity

（2） 水中に於ける本装置の懸濁質保留能の吟味・今迄の吟味は主に Powder-filter 自身の懸濁質保留能に関するものであつたが，本装置を水中に降下して濾過を行つた場合，各装置ともその濾過が一様に行われるか否かの問題は単に Powder-filter の保留能の問題のみならず，装置全体に関係する事柄である。此の点を吟味するために，次の如き試験を実施した。即ち2組の装置を同一の水深におき，一台の真空ポンプに依

Table 3. Retention of suspended matter by the underwater apparatus hung from the boat.

Sample	Cup No.	Chlorinity (‰)	Turbidity (γ)	Time (min./L)	Organic-N (mg./L)	Total-Organic matter (mg./L)	Depth (M.)
A	A_1	17.19	1.72	40	0.079	1.34	2
	A_2	17.03	1.04	42	0.085	1.45	2
B	B_1	16.99	5.72	45	0.268	4.55	1
	B_2	16.98	6.29	45	0.251	4.27	1
C	C_1	16.95	1.70	17	0.141	2.40	2
	C_2	16.96	1.70	17	0.134	2.27	2
D	D_1	17.26	1.70	35	0.106	1.79	1
	D_2	17.31	1.70	35	0.099	1.68	1

り吸引し，（少くとも１対の装置に就いては同一真空になる様にした。）一定量の水を濾過した後，夫々について窒素量を測定した。その結果は Table 3 に示した。尚ほ Chlorinity 及び濁度の測定は 2 *l* 容硝子瓶に毛細管をつけた採水瓶を前と同一水深に沈下し，採水速度を濾過速度に概略一致させて採水した海水について測定した値である。

濾過速度は真空度が等しい時には濾過能の概略的目安となる事が予想されるであろう。Table 3 に就いて此の点を見ると，各回毎には可成りの差異が見られるが１回毎の２つの装置には殆んど差が認められない。亦濾過速度と濁度との間には必ずしも相関が見られない事は，真空度に大差がないので，懸濁物の質及び粒子の大きさの為と考えられるであろう。

測定結果の有機物量に関しては同一回の２組の装置間には可成りの一致が見られる。此れを Table 1 の場合と比較すると若干大きな差異が見られるが，野外調査と実験室での試験とを考慮すれば，此の位の差異はやむを得ない所であつて，装置間の保留能は大体一様であると見做し得るであろう。

使用する cup の大小は，Powder の量が一定であれば直ちに濾過層の厚さに現われ，濾過速度に影響する。上述の cup より稍々小さい濾過面直径約 28 mm を使用した場合，濾過速度は 60～150 mm/*l* であつた。有機態窒素量の面から見ると cup の大小により一定の関係は見られなく時により区々であつた。例を若干示すと（大型・0.27 N-mg/*l*, 小型・0.20 N-mg/*l*), (大型・0.14 N-mg/*l*, 小型・0.09 N-mg/*l*), (大型・0.09 N-mg/*l*, 小型・0.11 N-mg/*l*) である。従つて使用する cup の大きさ型状は出来るだけ統一する事が望ましい。

（３） アンモニヤ態窒素の吸着に就いて： 本法で使用した Powder は何れも吸着剤として使用されるもので，D. L. Fox[2)3)] 等も Powder-filter は単に粒子を濾別するのみならず，吸着の作用も果し，両者相まつて微小粒子等を保留するのであろうと云つている。

吾々は本法を海水中の有機態懸濁質の定量の一方法として採用し，有機物としては D. L. Fox 等[2)] に従い窒素量をケルダール法に依り求め，その値に 17 を剰じて有機物量としている。従つて Powder-filter が海水中に存在している，無機含窒素物を可成り吸着するものとすれば，此れ等から来る誤差から有機懸濁質量

Table 4. Absorption of Ammonia-N by the powder-filter

Sample No.	Total volume of Ammonium chlorid solution (L.)	Concentration of nitrogen (γ/L.)	Total nitrogen used to the test (γ)	Adsorpted* nitrogen (γ)
1	3	20	60	34
2	3	20	60	41
3	3	100	300	84
4	3	100	300	84
5	3	500	1500	237
6	3	500	1500	207
7	3	30	90	44
8	3	30	90	40
9	5	30	150	31
10	5	30	150	41

* Determined from analysis of filter column.

は過大に評価されるであろう。

海水中に存在する無機含窒素化合物でケルダール法に依り測定される主なものはアンモニヤ態窒素であろう。そこで吾々は既知量の塩化アンモンを含む蒸溜水を一定量 Powder-filter で濾過し，上述と全く同一処理に依り吸着された窒素量を測定した結果 Table 4 の如き値を得た。此の結果から可成りの量が吸着され，塩化アンモンの含量の多い場合には可成りの補正を行う必要がある。勿論 Powder-filter に依る方法は濾過に可成りの時間を要するので，その間濾過される海水は必ずしも一定のアンモニヤ態窒素を含有しているわけではないが，吸着は濾過初期に主として行われるので，その時期の海水中のアンモニヤ態窒素を測定しておく必要があろう。

摘要： 吾々は海水中の有機態懸濁質の定量方法に就いて若干の吟味を行い次の結果を得た。

1) 本方法は Fig. 1 に示した如く D. L. Fox 等の Powder-filter 法を若干改変して浅海用にしたものである。

2) 使用した Powder は何れもメルク製の純粋なものを使用した。

3) Powder-filter 自体の濾過能も，装置毎の濾過能も規画を同一にすれば大体一様の結果を得る。

4) 海水中にアンモニヤ態窒素が存在する場合には可成りの吸着が行われるので，その補正が望ましい。

5) 本試験の範囲内では Powder-filter と Membrane-filter（平均孔径 250 mμ）との粒子保留能には大差ないものと考えられる。

6) 使用する cup の大小に依り得られる結果は必ずしも同一ではないので規画は統一する事が望ましい。

文　　献

1) 花岡　資，古川　厚，野上和彦： 海水中の懸濁質に関する研究─Ⅰ. 懸濁質係数とその意義　本誌 Vol. **22**, No. 4 (1956).

2) D. L. Fox, J. D. Isaacs and E. F. Corcoran : "Marine Leptopel, its Recovery, Measurement and Distribution", *Jour. Mar. Res.*, Vol. **11**, No. 1, 1951.

3) D. L. Fox, C. H. Oppenheiner and J. S. Kittredge : "Microfiiltration in Oceanographycal Research : (II) Microfiltration of colloidal micells by absorptivic filters and by filter-feeding invertebrates ; Proportions of dispersed organic to dispersed inorganic matter and to organic solutes", *Jour. Mar. Res.*, Vol. **12**, No. 2, 1953.

4) F. A. Armstrong & W. R. G. Atkins : "The suspended matter of sea water", *J. Mar. biol. Ass. U.K.*, Vol. **33**, No. 1, 1954.

5) W. H. Harvey : "On the production of the living matter in the sea off Plymouth", *J. Mar. biol. Ass. U.K.*, Vol. **29**, No. 1, 1950.

外洋における沿岸動物の浮游性幼体の分布

丸茂隆三・鬼頭正隆
(中央気象台海洋課)

Distribution of Pelagic Larvae of Littoral Animals in the Open Sea

Ryuzo MARUMO and Masataka KITOU

Pelagic larvae of littoral animals are studied in the present paper, by using the samples which were collected from the sea areas east of Japan by the ship Ryōfū-maru in her two voyages of August-September and November, 1955. Larvae identified are cyphonautes of Bryozoa, actinotrocha of Phoronidea, trochophora of Annelida, zoëa and megalopa of Brachyura, nauplius and cypris of Cirripedia, and ophiopluteus, a certain pluteus and post-larvae of Echinodermata. We can know the extent and strength of the influcnce of coastal waters to the open sea by tracing the distribution of these larvae, for they may be considered as tiny drift bottles in view of the fact that they have hatched out in littoral areas. Main patterns of their distribution exist along the Kuroshio main current in August-September, being transferred somewhat northwards in November. Additionally referring to the observational results obtained by the Ryōfū-maru in February-March and May-June, 1955, it may be concluded that pelagic larvae in the sea east of Japan are principally originated in coastal areas covered by the Kuroshio water.

緒　　言

かなり沖合で採集されたネットプランクトンの中にも，しばしば沿岸動物の浮游性幼体が見出される。これらは沿岸に起源をもつという意味において，小型の漂流瓶と考えられるので，これらと水塊との間には何らかの関係が存在することが期待される。著者らは現在このような調査を行つている。このような幼体の分類については，知見がかなり不充分であり，本報では極めて大きい区分にとどめている。調査した幼体は，棘皮類の ophiopluteus・ある種の pluteus・後期幼体，短尾類の zoëa・megalopa，蔓脚類の nauplius・cypris，苔蘚類の cyphonautes，箒虫類の actinotrocha，蠕形類の trochophora である。ここで扱う試料は 1955 年 8 月 14 日—9 月 13 日及び 11 月 12 日—25日の凌風丸の 2 回の航海において，O ネット（篩絹GG 54，口径 36 cm）により 0—100 m 層の鉛直採集で得られた。これらの個体数は試料中の総数で示し，これは海水 10 m³ 中の数に相当する。

1955 年 8—9 月における分布 (Figs. 1, 2)

幼体は黒潮主流中に多い。また関東沖合の岸に近い部分に多いのは，ここは直接沿岸水と混ずるからであろう．37°N，148°E 附近においてもかなり豊富であるが，ここでは黒潮の流れが非常に複雑で，処々に小さい渦などが形成され，幼体が集積された結果ではないかと思われる。黒潮が 150°E 以東に流れてゆけば，幼体はずつと減少するが，はるか沖合の 160°E においても，少数ながら見出されている。また黒潮主流以北の水域では幼体数は減少し，8 点では全く出現せず，とくに 41°N 以北では，trochophora のみ出現する特殊な st. J 以外は皆無である。このような分布から見れば，8—9 月はこれら幼体の主たる供給源は黒潮沿岸域にあるように思われる。

量的に多い種類についてみると，1 観測点で 10 個体以上出現した種類はつぎの通りである（かつこ内は観測点）。

Ophiopluteus—48(A)，40(C)，28(B)，14(H)，12(F)，11(E)

1956 年 5 月 22 日受理

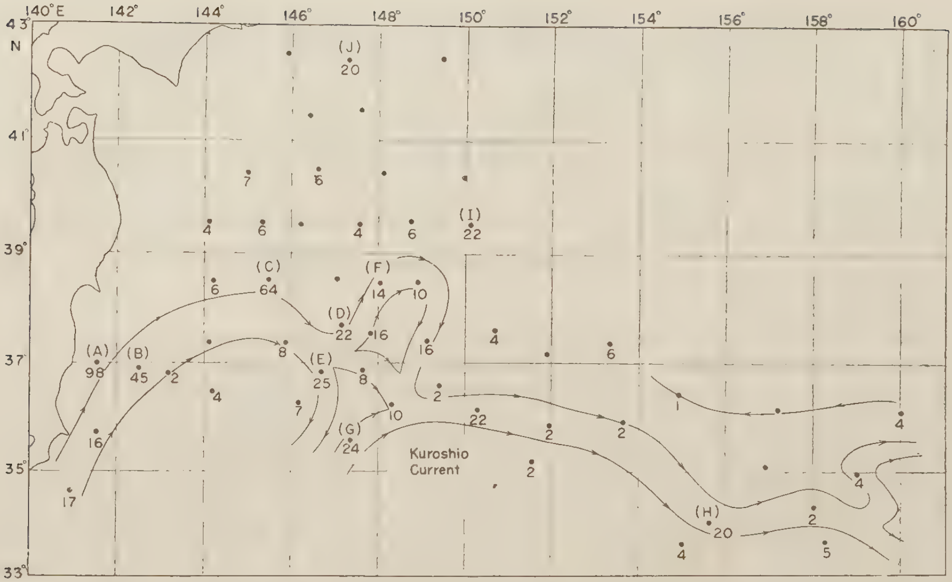


Fig. 1. The individual number of pelagic larvae of littoral animals in August-September.

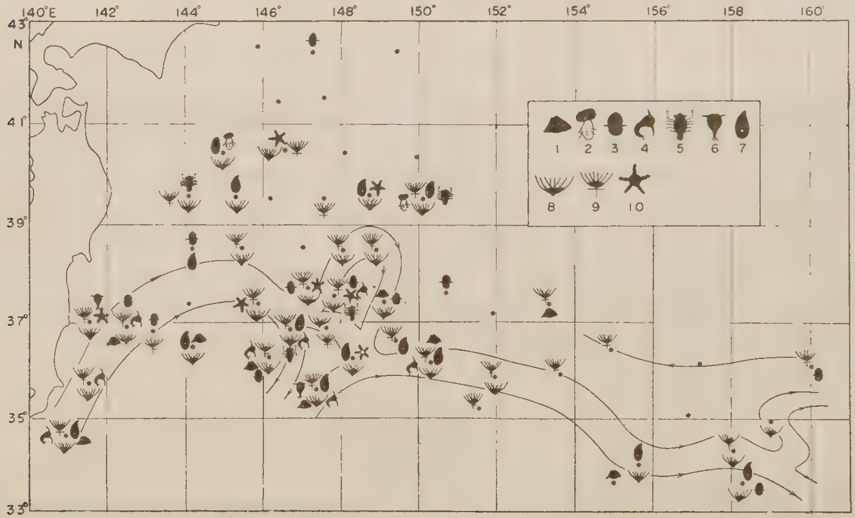


Fig. 2. The occurrence of pelagic larvae of littoral animals in August-September.
(1) cyphonautes, (2) actinotrocha, (3) trochophora, (4) zoëa (Brachyura), (5) megalopa, (6) nauplius (Cirripedia), (7) cypris, (8) ophiopluteus, (9) a certain pluteus, (10) post-larva (Echinodermata).

ある種の pluteus—24(C), 16(A)
trochophora—20(J), 12(D)
cypris—12(I), 11(G)
zoëa(短尾類)—10(B)

ophiopluteus が圧倒的に多く，48, 40 を数える点もある。分布上とくに目立つのは，st. J で trochophora のみが出現し，しかも 20 個体に達していることである。しかしこの点は水温・塩素量・海流などの状態に

おいて，周囲に較べ少しも特異ではない。このほか特定の種類が特定な海域に分布するというような傾向は，これだけの資料からはまだ引き出し得ない。一般に全個体数の多い所では，種類数の多い傾向が明らかに認められる。

1955 年 11 月の分布 (Figs. 3, 4)

個体数は黒潮主流及びこの南よりもむしろ主流の北側で多い（試料数が不充分ではあるが）。しかし 38°N 以北，144°E 以西の 1 点では全く出現せず，2 点では少いが，これはここに親潮接岸分枝の南下先端が達していることによく対応する。

11 月は 8 月に較べ，nauplius（蔓脚類）と pluteus が全く姿を見せない。全個体数では一般に 8 月より増しているが，これは専ら ophiopluteus の増加に基因する。1 種類で 10 個体以上出現したものはつぎの通りである。

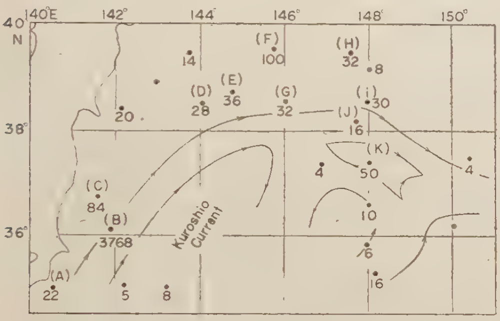


Fig. 3. The individual number of pelagic larvae of littoral animals in November.

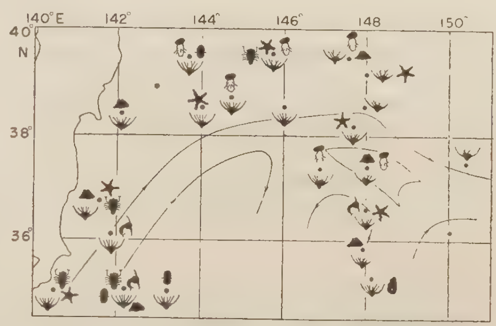


Fig. 4. The occurrence of pelagic larvae of littoral animals in November. The symbols of larvae are the same as in Fig. 2.

ophiopluteus—3,760(B), 80(H), 72(F), 68(C), 40(K), 32(G), 28(I), 24(D), 18(A), 16(E), 14(J), 12(L)

actinotrocha—16(H), 12(F)

ophiopluteus が 10 個体以上出現する試料は全体の約半数を占め，各点の個体数もまた極めて多い。とくに st. B においてはけたはずれに多く，3,760 個体に達しているが，この点は海況上必ずしも特異ではなく，強いて云えばやや著しい潮境の上に乗つている程度である。

考　　察

沿岸動物の浮游性幼体は，沿岸水と混じた海水によつて沖合に運ばれてゆく。したがつてこれら幼体の分布を追跡することによつて，沖合における沿岸水の影響の強さ及びその範囲を知ることができる。このような試みはすでにカリフォルニヤ沿岸において，*Emerita* の浮游期幼体により行われている[1]。幼体は沖合に出てやがて死滅し沈降してしまうから，岸を離れるほど少くなる。8 月の観測で 160°E に trochophora，ある種の pluteus などが出現しているが，黒潮が 3 ノットで流れたとすると，関東沖を去つてからここまでくるのに，2 週間以上かかつたことになり，生死のほどは不明であるとしても，なお 100m 以浅層に浮游していたことになる。凌風丸による 1955 年 2—3 月及び 5—6 月の観測結果を合わせ考えると，幼体の主分布域は一般に沿岸部及び黒潮主流域にあるが（11 月はやや異る），これは幼体の主供給源が黒潮沿岸部にあることを示すものであろう（著者らは親潮水中における幼体の分布については，充分知見を持つていないが）。幼体が沿岸部に多いのは当然であるが，主流中にも多いのは，これは接岸するとその速い流れのために沿岸水とよく混合し，流れが岸を離れてもよくその中に幼体を保持しているためであろう。このような黒潮流と幼体数とについては，本州南方海においても極めて密接な関係が示されている[2]。なおこのような幼体の分類，発生及び沿岸におけるこれらの成体の分布などについて，充分な知見が得られるようになれば，浮游性幼体の漂流瓶的価値は，さらに増大するものと思われる。幼体はしばしば普通に示される海況によつては，

全く説明のつかない分布を示すことがあるが，このような場合には，ここに何か物理学的には観測されにくい水の動きが存在することが，一因として考えられる。またこれら幼体が外洋で鉛直的にどのような分布をしているかについては，将来調査する予定である。ここで取りあげた幼体のあるものは，船底あるいは深海底に由来しはしないかという懸念がある。これに対し充分議論する資料はないが，これらの分布が一般に海流と極めてよく対応することは，沿岸以外に由来するものがあつたとしても，極めて少数にすぎないことを意味するものであろう。

この研究の端緒を与えられた東京大学松江教授，ならびに有益な助言を与えられた東京水産大学稲葉教授に深謝する。

文　　献

1) Johnson, M. W.: *Journ. Mar. Res.*, **11**(3), (1939).
2) 鬼頭正隆 : 日本海洋学会誌, **12**(2), (1956).

ワカメの生態に関する研究—I.
配偶体の発芽，生長について

斎藤雄之助
（東京大学農学部附属水産実験所）

An Ecological Study of *Undaria pinnatifida* Sur.—I.
On the Influence of Environmental Factors Upon the Development of Gametophytes

Yunosuke Saito

It has been reported by many authors that the shape, size and growth rate of gametophytes of Laminaliaceae vary according to culture conditions, such as temperature, light intensity and amount of nutrient salts etc.

In order to make the problem more correct and detailed the present investigation was carried on concerning the influence of environmental factors upon the development of gametophytes of *Undaria pinnatifida* collected in Ise Bay.

Results obtained may be summarized as follows :

(1) Zoospores germinate within 13~24°C, gametophytes grow well at 15~23°C, but the development delays or stops higher than 25°C. In much higher temperature, however, some individuals die out. After the dormance during certain period of higher temperature, the gametophytes set in fresh budding in September when the temperature becomes lower. (fig. 3, plate I, 1~5).

(2) Germination of zoospores occurs in comparatively wide range of chlorinity (7~21 ‰), though the germination ratio decreases in lower chlorinity. The better development is seen above than 15 ‰ in chlorinity, but the development is retarded in lower chlorinity below 13 ‰. And the survival rate in lower chlorinity gets worse with the rising of temperature. (fig. 4).

(3) Moderate illumination seems to be necessary for the growth of gametophytes, and it does not occur in darkness. But the fittest grade of illumination seems to vary with change of the season, namely, of the temperature. (fig. 5).

(4) Under variously coloured illumination the development of gametophytes proceeds normally and they grow well in blue, light green or pink, but the growth seems to be delayed in orange. (fig. 6).

本邦特産のワカメ (*Undaria pinnatifida* Sur.) は、北海道より九州に至る諸沿岸，黒潮の影響のつよい外海に産し，食用海藻として重要なものである。之までワカメについては多くの研究がなされており，また投石，除藻，垂下式養殖等の増殖，養殖手段も行われている。

従来，発生については神田[6)7)] 木下[10)] などの，生態については木下[10)]，川名[9)]，高山[21)] などの研究があり，なお游走子の放出，撒布，着生については三宅[13)]，須藤[18)19)] の報告がある。また増殖に関しては関東庁水試[11)]，木下[10)]，須藤[20)]，黒木，平野[12)] の研究がある。しかしながらこれらの研究は，北方海域における研究が多く，生態的条件を異にする本州中南部の太平洋岸のワカメについては研究が少なく，増殖に対する基礎資料に欠ける点が少なくない。

本州中南部太平洋岸のワカメは，多く 4~6 月に游走子を放出し，発芽体は夏の高水温期を経て，初冬に幼葉体を生じ，2~4 月頃に繁茂する。夏の高水温期は微小な配偶体で過すと考えられる。

著者は本州中部，伊勢湾に産するワカメについて生態的研究を行い，先ず配偶体の発生，生長について二，

1956 年5月 30 日受理 (印刷費負担)

三の知見を得たので報告する。

本文に入るに先立ち，本稿を御校閲下さつた水産実験所長松江吉行教授，終始御懇篤なる指導をあたえられた新崎盛敏助教授，並びに種々御助言下さつた東海区水研須藤俊造博士に感謝の意を表する。又実験上，種々便宜を計つて下さつた愛知県豊浜町漁業協同組合に深謝する。尚本研究の一部は文部省科学研究費助成金によつたことを付記し謝意を表する。

実　験　材　料

伊勢湾知多半島中部の常滑市附近産や，同半島南端部の豊浜町附近産のワカメを材料として用いた。常滑市附近のワカメは茎が比較的長く成実葉は茎の下部にあつて，栄養葉とはなれて居り（北方形に近い），豊浜町附近のものは茎は短く，成実葉はひだが少く栄養葉と連接し，その縁辺より葉の羽状片に似た葉を生ずるものもあつた（南方形又は鳴門形に近い）[3)14)]。しかし以下の実験では，両者の間に明らかな差異は認められなかつた。

実　験　結　果

游走子の放出　前記2漁場産の成体で，葉体を顕微鏡下で成熟を確めた後，游走子の放出の有無を実験した。游走子の放出のあつた時期を旬間平均水温で示せば Fig. 1 の様である。当地方のワカメは2月下旬頃より成実葉が形成され初め，3月下旬～4月上旬（水温 14～15°C）から游走子の放出が開始され，5月～6月上旬（17～20°C）が放出最盛期となり，7月初旬頃まで続いた。

培養実験　放出させてスライドガラスに着生させた游走子を直ちに所要の各種条件下において配偶体の発生，生長の実験を行つた。なお培養海水には濾過煮沸海水（Cl. 17～18‰）を用い，SCHREIBER-solution を処法通り加えた。

1. 水温の影響　実験は室内水温に放置したものについて水温の変化と発生，生長との関係を調べ，また恒温水槽，水道水による冷却などを利用して，温度別の培養を行つたが，これらは時期を異にして数回にわたつて行つた。室内水温の変化（午前 10 時観測）は Fig. 2 に示す。

着生した游走子はいずれの水温においても発芽管を出し，この部分に内容物が移行して亜鈴形となつて発芽する。その後の生長速度は水温に影響される。生長速度の表示には，游走子が発芽してから発芽管の先端に新細胞を形成したときを細胞数1とし，爾後の生長を細胞数で示したが，その結果は Fig. 3 の様であつた。

配偶体の生長は 17～20°C の間で最も良い。15～17°C ではやゝ之に劣るが大差はない。23～24°C では生長がおそく，細胞数がある程度に達すると生長が止り，それ以上には生長しないが，体中の一部細胞や，個体自身が死ぬ程ではない。27～28°C では胞子は亜鈴形となり新細胞が膨大するけれども分裂するものが少なく，やがて死ぬものが多い。

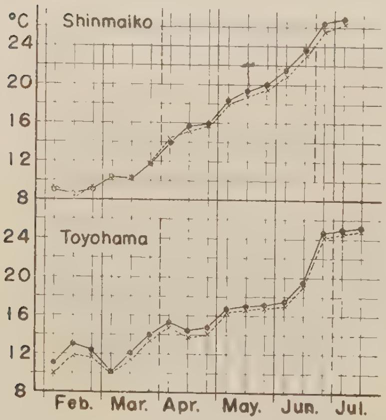


Fig. 1. Sea water temperature when shedding of zoospores occurred. ●——● surface, ×……× bottom.

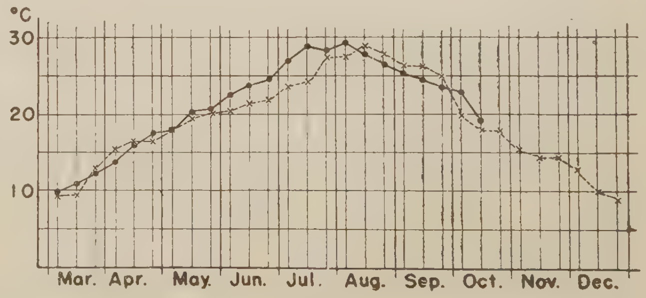


Fig. 2. Water temperature of culture vessel. (average in each decade) ×……× 1954, ●——● 1955.

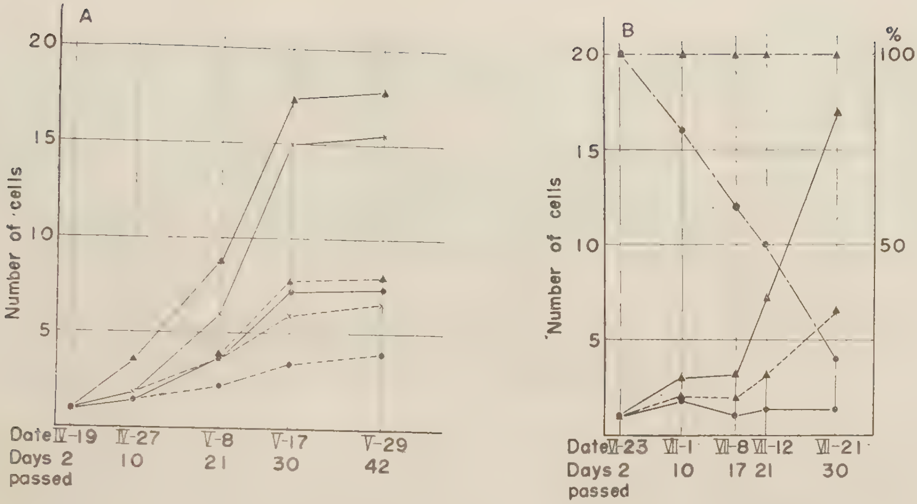


Fig. 3-A, B. A diagram showing the development of gametophyte in varied temperature
——— ♂, ·········· ♀, —·—·— survival rate.
A. 1954. ●…I (23～24°C), ▲…II (17～20°C.), ×…III (15～17°C.).
B. 1955. ●…I (room temp.), ▲…II (20～21°C.).

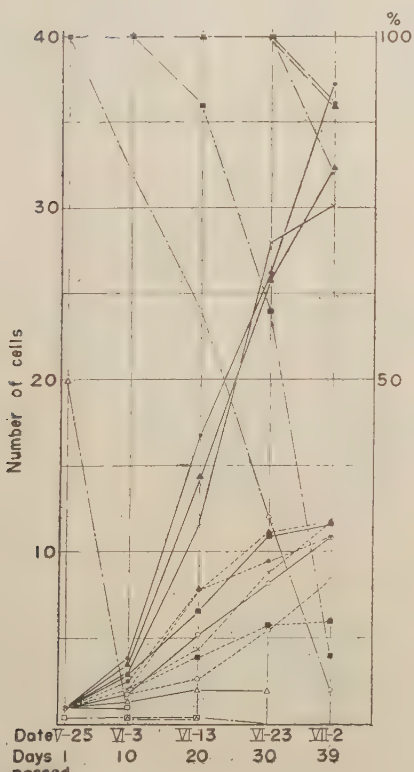


Fig. 4. A diagram showing the development and survival rate of gametophyte in diluted media.
●…I (Cl. 21.0‰), ▲…II (17.5‰),
×…III (15.0‰), ■…IV (13.0‰),
○…V (11.0‰), △…VI (9.0‰),
□…VII (7.0‰).

17.5°C において着生，発芽させ，ずつと室内に放置したもの（Fig. 5-A-Ⅲ 参照）について見ると，20°C 位に水温が上昇するまでは生長を続け，配偶体は伸長する。20°C 前後の水温が長く持続されると生長の早いものは，30～40 日位で造精器造卵器を形成し，50 日位で芽胞体の発芽が見られた。しかしながら水温が 24～25°C に上昇すると生長は止まり，細胞は球状となり細胞膜が厚くなるのが見られ（Plate 3, 4），雌性配偶体で造卵器を形成すべく棍棒状に伸びた細胞も卵細胞にはならずに分裂して球状となるのが見られた。27～28°C に上昇すると，一部に細胞または個体自身の死ぬものも現われて来るが，大部はそのまゝ生存して夏期の高水温期（最高水温 32°C）を越し，水温が降下するにつれて個々の細胞が伸長して，造精器造卵器を形成し，芽胞体を出した。また水温 25°C 以上で生長を止めたものを，20～22°C に移すと，球状の細胞の先端から巾の細い細胞を分裂，伸長するのが見られた。

2. 塩分の影響 Cl. 18‰ の海水に食塩または井戸水を適宜加えて各種濃度の海水を作製して（炭酸ガスを充分に吹込み，作製後一週間以上経過した後に使用し，pH の影響のない様心掛けた）底にスライドガラスをしいた容器に各々 200 cc ずつ入れ，Cl. 18‰ の海水中で放出させた游走子を注加して，スライドガラスへの着生，その生残率及びその後の生長を比較観察した。なお他に，Cl. 18‰ の海水中で游走子がスライドガラスに着生した後に，上記と同様な各種濃度の海水中に移す培養実験も試みた。実験結果は Fig. 4 に，培養中の水温

の変化は Fig. 2 に示した。

胞子の着生は Cl. 9‰ 以下では，甚しく阻害されるが，11‰ 以上では差がみられなかつた。

生長及び生残率は水温にも関連するが，Cl. 15‰ 以上ではすべて順調に生長する（但し，27°C 以上の水温では一部の細胞の死ぬものがでる）。13‰ では，それ以上の濃度のものよりやゝ生長がおくれ，水温 22～23°C でも配偶体の一部の細胞が死ぬのが見られ，また生長のおくれているものには細胞が異常に膨大して，個体全部の死ぬのが見られたし，更に水温が上昇するにつれて死ぬ個体が増加した。Cl. 11‰ では着生数は他に劣らぬが，亜鈴形に発芽した後新生細胞が異常に膨大して死ぬものが一部に見られ，また糸状に分裂伸長したものでも細胞数は少く，死細胞が多くなり水温上昇に伴つて死んでしまう個体が多かつた。Cl. 9‰ では，球状の胞子のまゝ死ぬものが多く，亜鈴形となつたものでも新生細胞が異常に膨大したり，また不規則の分裂をして糸状体とはならず，水温上昇の後に死滅した。予め Cl. 18‰ の海水中でスライドガラスに着生させたものを各濃度の海水に移すと，着生直後に移したものは上記の結果と全く同様であり，亜鈴形に発芽または 2～3 細胞に分裂伸長した後に移したものでは低濃度における影響の現れるのがやゝおそいが大体上記の結果と同様であつた。

3. 光の強さの影響 培養容器を実験室北側窓際より適宜の距離におき，またビニール布で之を覆うなどして，光の強さを変えて培養した。各点の明るさは恒常的に保つことができなかつたが，照度計で光の投射方向に垂直な面で測定した値は 6～10 月間 1 日平均で大約 I，2200 Lux，II，500 Lux，III，200 Lux，IV，50 Lux であつた。

何れの条件においても胞子は発芽管を出して亜鈴形に発芽し，やがて生長した。その結果は Fig. 5-A，B の様になつた。

これらの図に見られるように，生長は水温に関連して水温が低い時（17～19°C）には明るい処程生長が速いが，暗光の下では，発芽して亜鈴形となるが新生細胞が膨大することが少く，また小さいままで分裂することもあるが 2～3 細胞以上には伸びない。40 日位までこの様な状態で生存したが，水温の上昇に従つて死滅した。しかしながら 20 日間位たつて明るい処に戻すとと正常な細胞分裂を行つて普通に生長する。

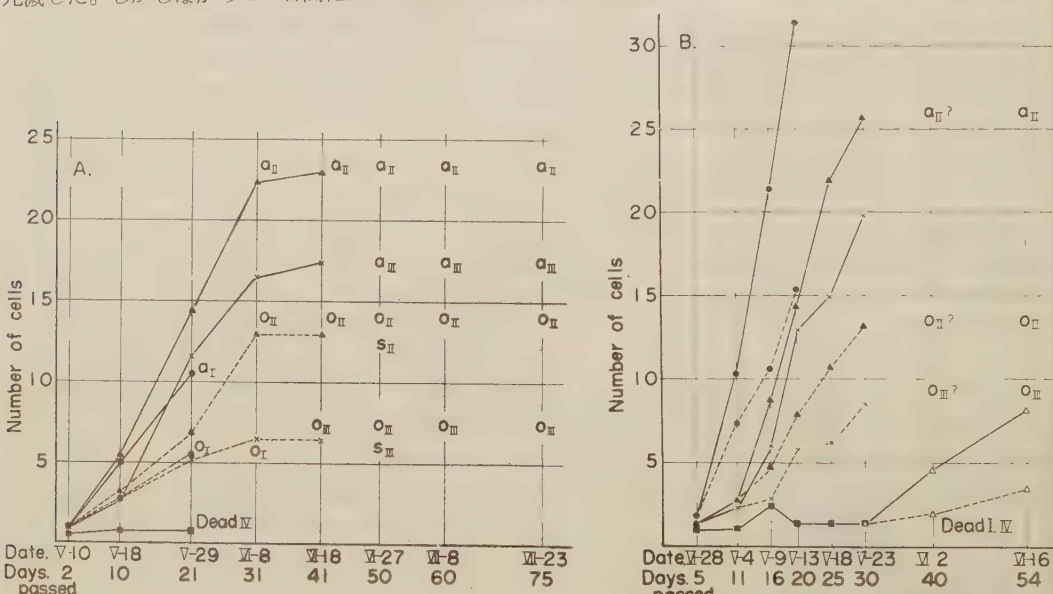


Fig. 5-A, B. A diagram showing the development of gametophyte in different light intensity. A. 1954, B. 1955.

●…I (2200 lux) ▲…II (500 lux) ×…III (200 lux) ■…IV (50 lux) △…IV′. (IV→II)

*A-III. gametophytes matured and sporophytes germed after 209 days (Dec. 3.)

a…antheridium, o…oogonium, s…sporophyte. Roman letters represent the number of culture.

一般に明るい処程，細胞は球状となり色素体は充満して，板状が明らかでないが，弱光下では細胞は長めになる傾向があり，特に雄性配偶体は変形が甚しい。又色素体も明らかな板状になる。細長く生長した細胞も後には球状に近くなり，成熟はする様である。

夏の高水温期においては，最も明るい処では，雑藻の影響もあろうが死ぬものが多く，弱光下では生残る率が高く，これらは秋，気温の降下と共に生長を取戻し成熟して芽胞体が発芽した。そして水温が低下して生長を取戻した際は著しく細胞数が増加して，光線のくる方向に伸長するのが見られた。

4. 色光の影響 各種の色を有する透明な合成樹脂製容器を用いて培養したが，その結果は Fig. 6-A, B の様である。

これらの色光の下ではいずれも発芽，生長し，色別による形態の相異は見られなかつた。実験装置が不完全であり，また色別の種類が少ないので明確なことは云えぬが，青，緑，ピンクの色光下で生長が良好の様で対照の無色光下よりも良好であつた。橙色光下ではやや生長が劣る様であつた。

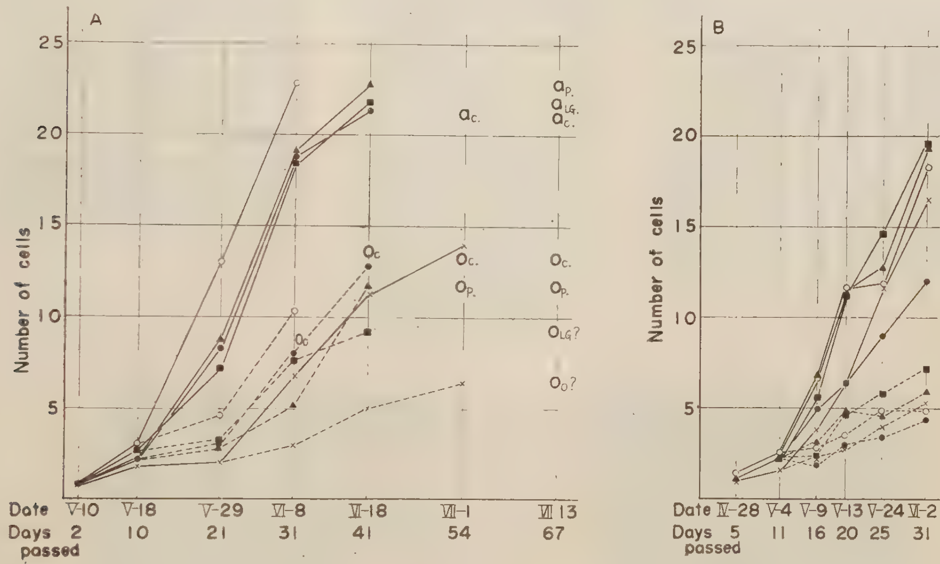


Fig. 6-A, B. A diagram showing the development of gametophyte under differently coloured light.

●…control, ▲…pink, ×…orange, ■…light green, ○…blue.

A. 1954, B. 1955.

総括並びに考察

コンブ科のものの配偶体の生長，形態は栄養塩類の量，水温，及び光線の強さなど培養条件によつて異る事は多くの研究者の指摘する処である。[4)5)6)7)10)15)22)]

水温については，木下[10)] はは北海道産ワカメで，初期発生時の適温は 10～20°C，最適温は 12～17°C とした。著者の実験では上記の如く，配偶体の発生，生長と成熟，芽胞体の発生とを分けて実験したが，発生，生長は 17～20°C において最も良い結果を得た。高山[21)] は伊勢湾口，三重県沿岸のワカメの豊凶と水温との関係を調べ，前年 5，6 月の水温が当年のワカメの豊凶に関係し，ワカメ游走子の放出期の適温を 18～20°C とし，5，6 月に 17°C 以下，21°C 以上の水温の出現の多い時は翌年のワカメの採取高が少い事を明らかにしたが，これは著者の実験結果からも肯けることである。また生長した配偶体は高水温にも充分耐え，22～23°C までは生長し，それ以上では生長は止まり，一部枯死するが，30°C 以上でも生存はする。特に少し暗い処では生残率が良い。これらの結果と海の水温の変化とを考え合せて，本州中部産ワカメは，游走

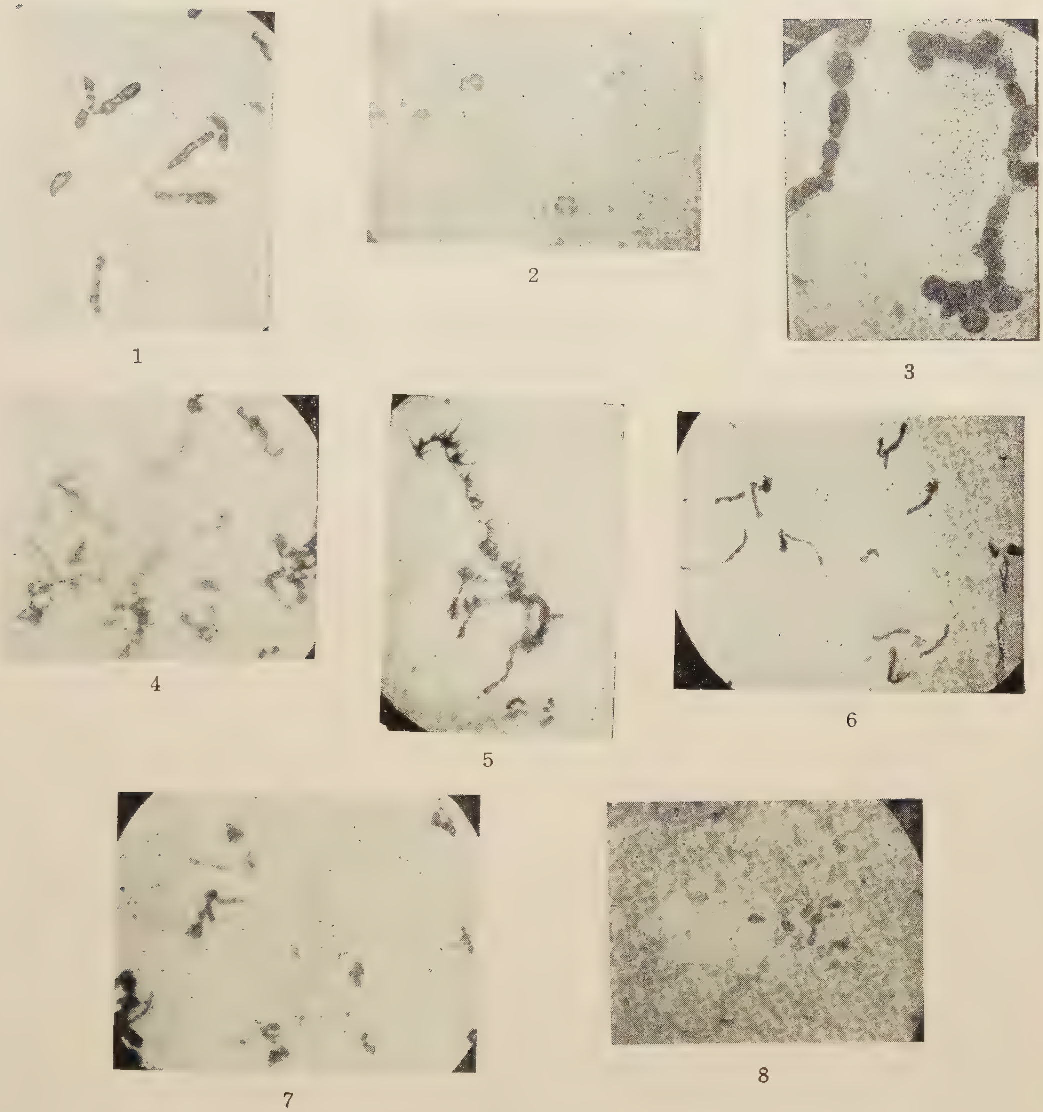
子が着生し，配偶体が生長した後，早い時期に着生したもの一部は成熟して芽胞体が発芽するが，大部分は水温 24～25°C に上昇すると生長を止め，そのまゝ夏期高水温期を経過し，秋になつて水温が 23～24°C に降下する頃より再び生長を取戻し，更に水温が降下してから成熟して芽胞体が発芽するものと考えられる。

塩分の影響は Cl. 9 ‰ 以下で游走子の着生が阻害され，13 ‰ 以下では生長がおくれ，高水温となれば 15 ‰ でも死ぬものが現われるので，17～18 ‰ が好適と考えられる。

光の強さについては，新崎[1,2] は各種藻類について実験し，概観的に云つて褐藻は暗処でも発芽し，また生育は弱光の方が良好であるとしているが，ワカメにおける著者の実験結果はこれと一致し，生長はやゝ弱光下で良好であり，暗光下でも発芽はするが間もなく死滅した。尚，高水温期には明光下では生残る率が低く，やゝ弱光下の方が良い事は培養上注意すべき点であろう。

色光については，新崎[2] がアラメで，青，緑，紫の下で発育が良好らしいと報告して居る。著者の実験でもワカメの配偶体の生長は，青，緑，ピンク色の下で良好らしく，橙色下で悪いようであつたが，この点については更に実験を行つてその影響を検討したい。

Plate I.



1～5. The effect of water temperature on the development of gametophytes of ***Undaria pinnatifida.*** 1. Culture I (25°C), 2. Culture II (20～21°C), 10 days after shedding of zoospores. 3. Gametophytes in the 'resting stage' at higher temperature. (×300) 4. The same in wihch cell division again occured in the part where it is going to form oogonium. 5. Gametophytes grow longer again when temperature becomes lower in early autumn. (×75)

6～8. The effect of light intensity on the growth of gametophytes. 6. Culture I (2200 lux), 7. Culture II (500 lux) (×75), 8. Culture IV (50 lux) (×300).

ワカメの生態に関する研究—II.
配偶体の成熟と芽胞体の発芽，生長について

斎藤雄之助
（東京大学農学部水産実験所）

An Ecological Study of *Undaria pinnatifida* Sur.—II.
On the Influence of the Environmental Factors Upon the Maturity of Gametophytes and Early Development of Sporophytes

Yunosuke Saito

The present investigation was carried on to clarify the effects of temperature, chlorinity of sea water and light upon the maturity of gametophytes and the early development of sporophytes of *Undaria pinnatifida*.

Results obtained may be summarized as follows :

(1) Reproduction of sexual organs in gametophytes, both ♂ and ♀, occurs usually below 20°C., and it does not occur higher above 23°C. (Fig. 2-A)

Sporophytes can develop below 20°C. They grow normally within 10—17°C. (Fig. 2-B)

(2) The maturation of gametophytes and the growth of sporophytes are affected by lower chlorinity less than 15‰ Cl. (Fig. 3-A, B)

(3) The maturation of gametophytes and the growth of sporophytes seem to be greatly affected by intensity and colour of illumination. A rather higher intensity seems to be necessary for the formation of female sexual organs and for the development of sporophytes, as the processes are delayed or do not occur in dark or in reduced light. But the antheridia can be formed even in dark. (Fig. 4, 5)

(4) Among variously coloured light, orange light was found unfit for the development of gametophytes and sporophytes.

前報に引続いて，ワカメ配偶体の成熟，芽胞体の発芽，生長に及ぼす影響について実験観察した。

実験材料及び方法

常法により（前報と同様な方法で）游走子を着生させて培養し，夏中，水温24～25°Cに保ち，且つやゝ暗所において越夏させた配偶体を，9月20日に所要の各種条件に移した。実験開始時における配偶体は，既に再び伸長し始めており，特に雄性配偶体は甚しく伸長して，一部のものは造精器を形成したのもあつたが，雌性配偶体には，造卵器は形成されて居らなかつた。結果は，培養区分毎に雌，雄性配偶体の各々30ケ体について生殖器の有無を確め，又，雌性配偶体50ケ体について芽胞体の発芽の有無を確めて，全個体数に対する比率を以て示した。芽胞体の生長については，20ケ体の芽胞体の体長（仮根部を除く）を測定して，平均した値で比較した。

実験結果

1. 水温の影響 室内放置の下での水温の変化と，配偶体の成熟，芽胞体の発芽や生長との関係を調べ，また恒温槽内に入れて，夫々温度を異にして培養したものについても比較実験を行つた。実験中の室内水温の変化（午前10時観測，旬間平均）は Fig. 1 に，実験結果は Fig. 2-A，B に示す如くであつた。

1956年5月30日受理（印刷費負担）

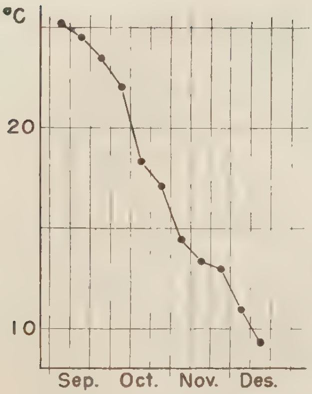


Fig. 1. Water temperature of culture vessel. (average in each decade)

前報において報告した如く，早春に放出された游走子からの配偶体は，20° C 以下の水温が長期続いた後では夏以前に成熟して芽胞体が出現する事もあるが，大部分の配偶体は，高水温期になるに従つて生長速度が鈍り，やがて止まり，個々の体細胞が球状となり，細胞膜の厚さも増す。秋，水温が 23～24° C 以下に低下すると，再び伸長を開始し，水温が 20°C となる頃から雌，雄性配偶体共に成熟して来る。しかし乍ら，長く水温を 20° C 以上に保つておくと，造卵器，造精器は殆んど形成されない。

芽胞体は，18° C 位の水温の頃からみられるが，20° C 以上では造卵器，造精器は形成されても，芽胞体が発芽する事は少い。また水温が 10° C になつても，芽胞体が発芽して来る。芽胞体の生長は，室内（11 月以降は 15° C 以下となる）に放置したものが最も早く，15～17° C のものはやゝおくれ，19～20° C では最もおそくて，殆んど生長しない。

2. 塩分の影響　Cl 17.0 ‰ の海水を基準として，これに井戸水を加えて，15.0 ‰，9.0 ‰ の稀釈海水を作り，これに越夏した配偶体を移して実験した。実験結果は Fig. 3-A，B の如くであつた。

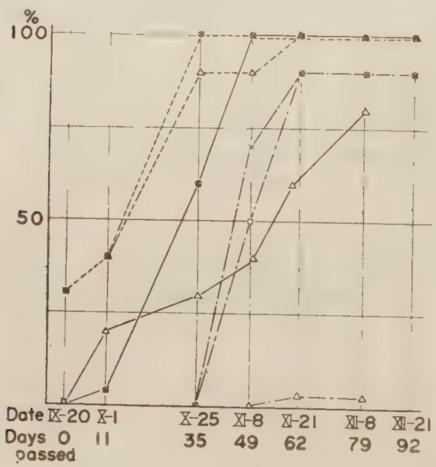


Fig. 2-A. A diagram showing the production of oogonia, antheridia and sporophytes in varied temperature.
○…I. indoor temp.　×…II. 15～17° C，　△…III. 20° C.
—— oogonium,　---- antheridium,　-·- sporophyte.

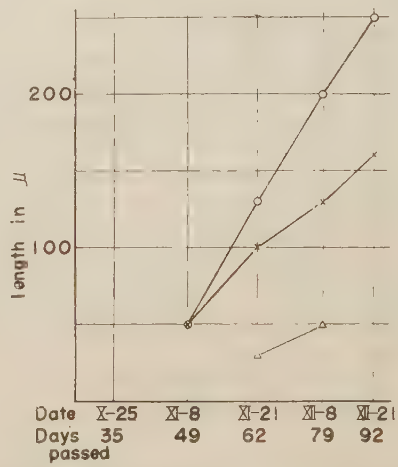


Fig. 2-B. A diagram showing the development of sporophytes in varied temperature. Exp. from Sep. 20, 1955.

配偶体の成熟は，海水の塩分濃度に影響されることが大きく，15.0 ‰ でも造卵，精器の形成される個体の割合が少く，9.0 ‰ では更に少かつた。雌，雄配偶体の差は殆んど見出し難かつた。芽胞体の発芽、生長も，17.0 ‰ で培養のものと，15.0 ‰，9.0 ‰ で培養したものと比較すると，低鹹では発芽が少くて，芽胞体の出現数も少なく，成長も遅い。なお，9.0 ‰ では著るしく悪かつた。

3. 光の強さの影響　培養容器を 1 日，日中平均で大約 I. 2000 Lux，Ⅱ. 500 Lux，Ⅲ. 200 Lux，Ⅳ. 50 Lux の所におき（越夏中は大約 200 Lux の下にあつた），水温は室内放置のまゝで実験した。その結果は Fig. 4-A，B の如くで，配偶体の成熟，芽胞体の発芽，生長共に光の強さに影響される事が大きい。

I では，実験開始後 10 日で配芽体の殆んどが成熟し，既に芽胞体も見られたが，Ⅱ では成熟して居るが，芽胞体は殆んど見られず，Ⅲ，Ⅳ では成熟の割合は低く，芽胞体は見られなかつた。日数を経るに従い，I では芽胞体の数が増し，Ⅱ，Ⅲ でも成熟の割合が増し，芽胞体も発生したが，暗光の Ⅳ の許では，成熟する個体の割合はやゝ増加したが，芽胞体は発芽しなかつた。なお光の強さの影響は，雌，雄配偶体間に差があ

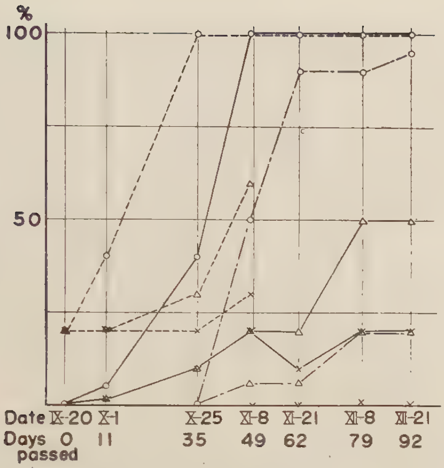


Fig. 3–A. A diagram showing the production of oogonia, antheridia and sporophytes in diluted media.
○…I. Cl. 17‰, △…II. 15 ‰, ×…III. 9‰.

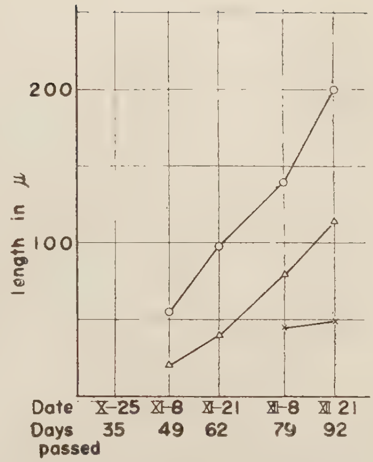


Fig. 3–B. A diagram showing the development of sporophytes in diluted media.

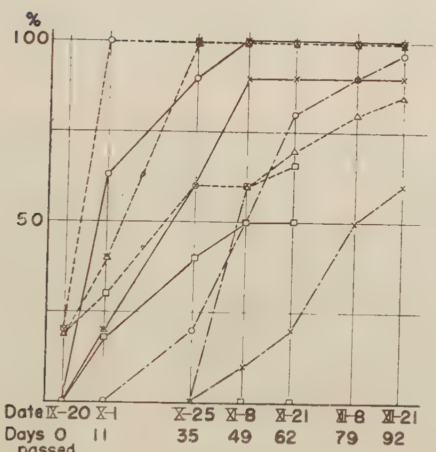


Fig. 4–A. A diagram showing the production of oogonia, antheridia and sporophytes in different light intensity.
○…I. 2000 lux, △…II. 500 lux,
×…III. 200 lux, □…IV. 50 lux,

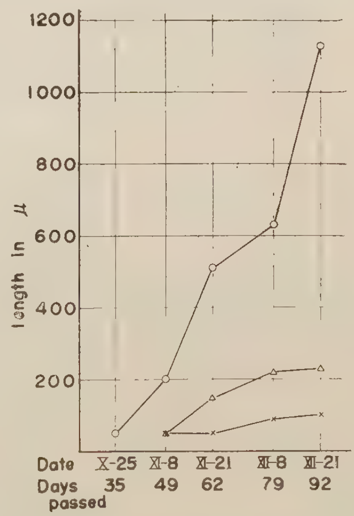


Fig. 4–B. A diagram showing the development of sporophytes in different light intensity.

り，雌性の方が影響を強く受けて，やゝ弱光下でも成熟個体の割合が低下するが，雄性の方は影響が少なく，やゝ弱光に於ても造精器を形成し，暗光の下でさえも成熟した。芽胞体の生長も光の強さの影響を受け，明光下では，生長が正常に進むのに，弱光下では，ある程度の生長の後，生長が止まつてしまつた。

4. 色光の影響　透明の合成樹脂製（市販名スチロン）容器を用いて実験したが，その結果は Fig. 5–A，B の如くであつた。

青，淡緑，ピンク，橙色のすべてに於て配偶体は成熟し，芽胞体も出来たが，青，ピンクの色光の下では，成熟，芽胞体の発芽，生長がよく，淡緑色光下ではやゝ劣り，橙色光下では成熟した配偶体の割合も少なく，生長は他に比して劣つて居た。

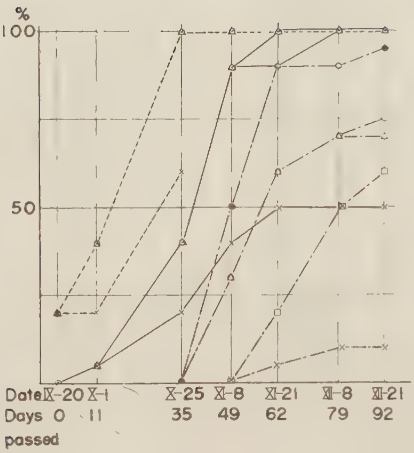


Fig. 5-A. A diagram showing the production of oogonia, antheridia and sporophytes under differently coloured light.
●···control, △···pink, ×···orange, □···light green, ○···blue.

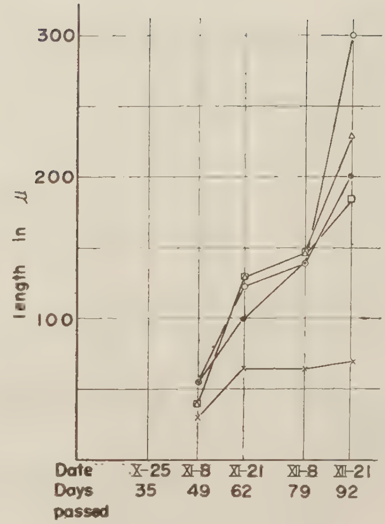


Fig. 5-B. A diagram showing the development of sporophytes under differently coloured light.

考　　　　察

コンブ科海藻の配偶体の成熟，芽胞体の発芽，生長は，海水中の栄養塩類の量，水温，及び光の強さなどの培養条件によつて異る事は，すでに多くの研究者の指摘する処である。

木下[10]は，北海道産ワカメで，游走子着生より芽胞体発芽までを通じた水温条件において，20.4°C 以上では芽胞体が発芽せず，初期発生時の適温は，10～20°C，最適温は 12～17°C とした。著者は前報において報告した如く，本州中部産ワカメの配偶体は，23～24°C まで生長し，それ以上の水温でも，生長は止まるが，生存し得る事を確かめた。游走子の着生，発芽，配偶体の生長，成熟，芽胞体の発生，生長と，各時期を分けて，条件を考慮すべき事を報告したが，本実験では，ワカメ配偶体は水温 20°C 以下になると成熟して，卵，精子が生じ，17°C 以下で芽胞体が，よく発芽，生長する事を確めた。この結果から，配偶体の成熟，芽胞体の発芽，生長の適温は 20～10°C，最適温は 17°C 以下と考えられ，この点では木下の結果とよく一致した。

塩分の影響は大きく，Cl 15‰ でも配偶体の成熟がおくれ，芽胞体の発芽が少なくなるが，それ以下でも低鹹になる程悪影響が著るしい。この点については，游走子の着生、発芽配偶体の生長の受ける影響等とも考え合せて，海中におけるワカメの生育区域が，高鹹の区域に限定される大きな要因であろうと考えられる。

配偶体の成熟に影響する光の強さについて Harries[5] がコンブ類の3種について実験し，有性生殖器官の形成は，弱光下では阻害されるが，強光下では何らの害を受けないと報告して居る。著者の結果では，明光下で最も早く成熟して芽胞体の発芽，成長もよいが，弱光下でも，やゝおくれるが成熟し，芽胞体も発芽，生長した。暗光下では，やゝ成熟はするが，芽胞体は出来なかつた。Harries と著者が用いた光の強さ，明るさについては，明細な対比をする事が出来ないので，明確な事は言えないが，大体において著者の実験とは一致するとみて良かろう。なお著者の場合は，造精器の形成は弱光下でも明光下に劣らず起り，暗光下でも起つた。色光については，Harries[5] は青光下では生殖器形成が何ら阻害される事はないのに，赤光下では造精器は形成されるが，造卵器は形成されぬと云つて居る。著者の実験は，実験装置の不備もあり，色光も Harries のものと異るので，比較する事は無理であろうが、大体これと同様に，青，ピンク，淡緑色の許で，配偶体の成熟，芽胞体の発芽，生長がよく、橙色光下に於ては，著るしく劣る事はみられたが，雌，

雄性配偶体間に，色の相違で成熟の相異を見出す事は出来なかつた。

須藤[20]は，ワカメの吊下式養殖を行う場合，胞子付けした直後に，そのまゝ海中に吊下すると夏期，雑藻等が付着して，秋の芽胞体発芽が不良である故，夏は人工管理の培養器中で越させ，秋になつて海中に吊下する方法を用いて，ワカメの人工採苗に成功した。

この方法により配偶体を培養する場合，第I報及び上記の結果から考えて，着生した游走子を 17～20°C の水温に保ち，やゝ明るい処で培養して，配偶体を生長させ，夏の高水温期には 25～27°C の水温で，やゝ暗い処で培養する方法が生残率がよい様である。そして，秋，水温が 22～23°C に降下したら明るい処に出し，成熟させるのがよい。また培養条件によつては短期間に配偶体が成熟し，6～7 月に芽胞体が発芽するが，高水温となるに従つて死滅してしまうので，夏期はやゝ弱光下で，配偶体のまゝで経過させる事が必要であろう。胞子付けしたものを海中で経過させる場合については，目下実験中で，詳細は後日報告したい。

摘　　要

室内にて越夏したワカメ配偶体を各種条件の許で培養し，水温，塩分濃度，光線の強さ，色光が，配偶体の成熟，芽胞体の発芽，生長に及ぼす影響について実験した。

1) ワカメ配偶体の成熟は，20°C 以下で多く，20°C 以上でも成熟はするが，その割合が少ない。23～24°C 以上では成熟しない。芽胞体は 18～19°C 以下で発芽し，10～17°C でよく生長する。

2) 配偶体の成熟，芽胞体の発芽，生長は Cl 15‰ 以下では遅れ，塩分濃度の影響は大きい。

3) ワカメ配偶体の成熟，芽胞体の発芽，生長は明光下に比して，弱光下ではおくれ，暗光下では起らない。造精器は造卵器の形成が起らないような弱い光の下でも形成される。

4) ワカメ配偶体の成熟，芽胞体の発芽，生長に，色光も影響を及ぼすらしい。

文　　献

1) 新崎盛敏：水産学会報. **8** (3, 4) 1941.

2) 〃 ：日水会誌 **19** (4) 1953.

3) 遠藤吉三郎：海産植物学 1913.

4) Fritsch F. E. : The Structure and Reproduction of the Algae. Vol. II. 1952.

5) Harries, R. : Ann. Bot. **46**, 893～928, 1932.

6) 神田千代一：北大理学部海藻研報告 **1** 1933.

7) 〃 ： 〃 **4** 1935.

8) 〃 ：服部奉公会研究報告 第8輯 317～343 1939.

9) 川名 武：水産研究誌 **32** (5) 1925.

10) 木下虎一郎：コンブとワカメの増殖に関する研究（北方出版社） 1949.

11) 関東庁水試：関東庁水試事業報告 昭 12，13 年度 1937，38.

12) 黒木宗尚，平野和夫：口頭発表 昭 28 年 日水学会年会.

13) Miyake, K. : On the sexual generation of Japanese Laminariaceae. Proc. 3rd Pan Pacific Congr. Tokyo. Vol. II, 1922～23, 1928.

14) 岡村金太郎：日本海藻誌 1936.

15) Oltmanns, Fr. : Morphologie und Biologie der Algen, III, 1923.

16) 大槻洋四郎：若布，昆布の筏式養殖法（パンフレット） 1955.

17) Schreiber, E. : Planta **12**, 331～353 1931.

18) 須藤俊造：日水会誌 **13** (4) 1947.

19) 〃 ： 〃 **18** (1) 1952.

20) 〃 ：口頭発表 日水学会高知大会 1951.

21) 高山活夫：養殖会誌 **8** (8, 9) 1938.

22) 殖田三郎：水講試報 **24** 1929.

P^{32} S^{35} Ca^{45} 及び Sr^{89} の魚体内への転移に関する研究

吉 井 義 一・渡 部 哲 光・岡 田 彌 一 郎
（三重県立大学水産学部）

Studies on the Uptake of P^{32}, S^{35}, Ca^{45} and Sr^{89} in the Tissues of Fish

Giichi YOSHII, Norimitsu WATABE and Yaichiro OKADA

Previous findings in regard to radioactive contamination of fish varied among workers as to kinds, amounts and routes of radioactive elements transferring into different tissues of fish. In the present experiments one of two groups of the gold fish, *Carassius autratus*, each measuring 2 cm. in the length, was reared for periods from one to 264 hours in water containing either one of the folowing isotopes at various concentrations, P^{32}, S^{35}, Ca^{45}, or Sr^{89}. The other, having been left without food for ten days, was reared for the same length of time in the presence of algae, *Spirogyra* radioactivated with the above isotopes.

Radioactivity absorbed directly from the water is indicated in the ratio of the activity of ashed tissues against that of the water, and the activity transferred through the algae, in the ratio against the algae (Tables 1, 2; Figures 2, 3). Of the isotopes taken by the fish of the former group, Ca^{45} and Sr^{89} showed the counts, in most cases, stronger than P^{32} and S^{35}, with the gill giving off the highest count of all the organs examined; while in the latter group, vice versa.

The fact that P^{32} and S^{35} were more easily transferred into the digestive organs of the latter fish than Ca^{45} and Sr^{89} may be explained in the light of findings from electropherogram exmination of the radioactive algae that P^{32} and S^{35} were absorbed in higher molecule compounds, whereas the others found in ionic form in the algae.

緒　　　言

魚類が放射性物質を攝取する場合，放射性物質が環境水より鰓を通して体内に移行するか，又一度餌に含まれ，消化管を通して体内に移行するか，或いは両者が共に行われるかの3通りが種々の研究調査の結果，考えられている。また放射性物質の種類によつても極めて異つた特徴を示している。例えば，富山[1]は魚類の放射能の汚染は Ca^{45} に関し，水よりの直接汚染が主で，餌よりくる可能性の少いと云う見解を発表した。KNOBF[2]も核分裂生成物に関し Clinch 河，White Oak 湖の各種淡水魚の放射能汚染の調査の結果も鰓よりの直接吸収が大きな役割と考えている。一方俊鶻丸のビキニ海域の調査報告[3]では餌より消化管を通じての攝取を支持している。

放射性物質に関しては俊鶻丸で採取した試料は Zn^{65} が極めて多い[4]。佐伯，森[5]は Zn^{65}, Sr^{90} 及び Cs^{137} を用いて，ヒゴイ体内への転移は各々，組織によつて異なることを報告した。筆者等は P_{32}, S^{35}, Ca^{45} 及び Sr^{89} を用いて，環境水より直接の攝取，及び一度アオミドロ *Spirogyra* に攝取せしめ，それを餌としてキンギョ *Corassius autatus* に与えた場合の魚体各部の放射能の研究を行つた。

実　験　結　果

実験に使用した P^{32}, S^{35}, Ca^{45} 及び Sr^{89} は，米国 Oak Ridge National Laboratory 製の放射性同位元素である。放射能の測定は科研 32 型ガイガーミュラー計数管装置を使用した。本稿中の cpm は，アイソトープの β-線エネルギーにより異るが，$M\mu.c. = cpm \times 5 \cdot 10^{-6}$ のオーダーである。

1. P^{32}, S^{35}, C^{45} 及び Sr^{89} のアオミドロへの転位

アオミドロ *Spirogyra* を 1g づつ 2*l* のビーカに入れ，暗室にて 100 ワツトの電球のもとで，温度を約 15°C に保ち，池水にて飼育した。P^{32}, S^{35}, Ca^{45} 及び Sr^{89} を各々 *l* 中に約 10^5cpm, 2×10^5cpm, 5×

1956 年 4 月 27 日受理（印刷費負担）　本報告は 1955 年 10 月の日本産学会(長崎)で講演発表した。

10^5cpm 及び 1.5×10^5cpm の割合で入れた。之等のアオミドロを 30 分，1，4，16，43，68 及び 90 時間後に約 0.1g を取り出し試料皿にとり 60°C で乾燥後，秤量し，測定した。単位重量の環境水に対する同一重量のアオミドロの放射能の強度の比を図に示した。Fig. 1 より判明する如く P^{32} の攝取量が最も大きく，S^{35} の攝取量が少い。又 Ca^{45} 及び Sr^{90} は時間的に速く飽和に達するが（この実験条件で），P^{32} 及び S^{35} は前者に比較して、中々飽和せず、P^{32} は 90 時間後も尚攝取を続ける傾向を示し，環境水の約 1000 倍以上である。

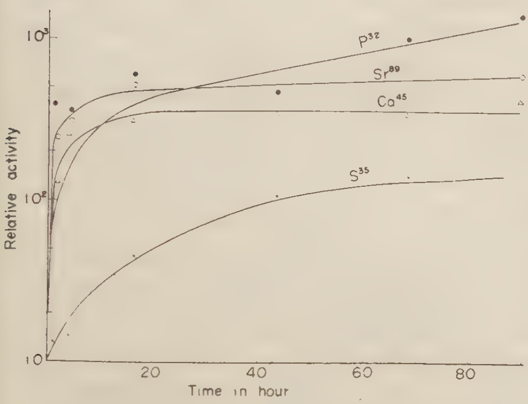


Fig. 1. Uptake of P^{32}, S^{35}, Ca^{45} and Sr^{89} by *Spirogyra* from water.

次に 95 時間後に残りのアオミドロを取り出し，表面は附着していると思われるアイソトープを取り除くため，洗ひ落した水が放射能を失うまで，水洗した。P^{32}，S^{35}，Ca^{45} 及び Sr^{89} を攝取したアオミドロを 0.1g ずつ取り，ホモジナイザーで充分乳濁液として，電気泳動クロマトグラフを使用して，比較的泳動し難い部分（蛋白呈色）と，し易い部分（無機イオン）に区分した。電気泳動クロマトグラフに関しては，予め C^{45} を使用し，$Ca^{45}Cl_2$，及び Ca^{45} の種々の高分子化合物を作り，泳動度の実験条件を定めた[6]。実験条件としては緩衝液にベロナールを用い，300V. D. C. にて 20～30m. A. を流し，10 時間程度が上記の区分に適当であつた。泳動完了後に濾紙を 10 等分し灰化して計測した。その結果 P^{32} 及び S^{35} は泳動され難く，大部分が高分子化合物に吸着したものと思われる。一方 Ca^{45} 及び Sr^{89} は泳動する部分が各々 70% 程度であり，泳動され難い部分が 30% 程度であつた。従つて Ca^{45} 及び Sr^{89} に関しては，アオミドロ内で高分子化合物に吸着したものは少いと思われる。

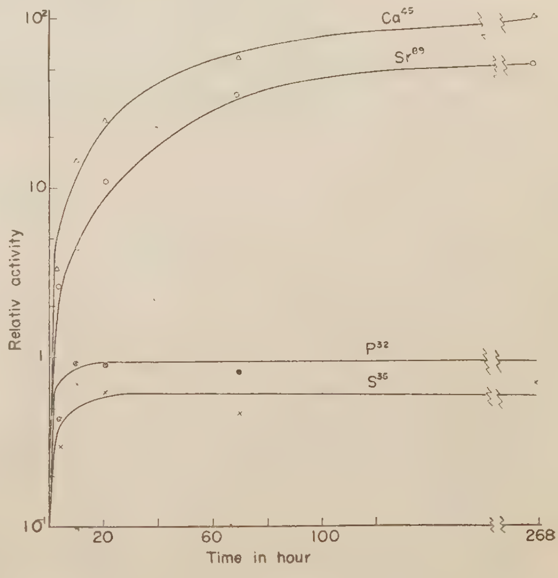


Fig. 2. Uptake of P^{32}, S^{35}, Ca^{45} and Sr^{90} by *Carassius auratus* from water.

2. P^{32}, S^{35}, Ca^{45} 及び Sr^{89} の環境水よりキンギョへの転位

1 *l* のビーカに P^{32}，S^{35}，Ca^{45} 及び Sr^{89} を

Table 1. Relative radioactivity of *Carassius auratus* cultivated in the water containing P^{32}, S^{35}, Ca^{45} and Sr^{89}.

Tissue	P^{32}		S^{35}		Ca^{45}		Sr^{89}	
	1 hour	69 hours	1 hour	69 hours	1 hour	69 hours	1 hour	69 hours
Gill	0	2.5	1.8	7.6	14.0	94.5	5.9	36
Internal organ	0	2.0	0.2	0	1.0	9.8	0	53.3
Others	0	0.7	0.2	0	3.2	72.6	1.3	35.2

夫々 6×10⁴, 9×10⁴, 6×10⁴ 及び 8×10⁴cpm の割合で入れた淡水を満たし，その中で，体長約 2 cm のキンギョを飼育した。1, 4, 10, 69, 及び 264 時間後に魚体を，鰓，内蔵，及びその他の部の3部分に分け，乾燥後（60°C），秤量し灰化（600°C）して計測した。魚体各部の放射能及び単位重量の環境水と同一重量の魚体の放射能の比を Table 1 及び Fig 2 に示した。

3. P^{32}, S^{35}, C^{45} 及び Sr^{89} のアオミドロよりキンギョへの転位

1.において環境水より P^{32}, S^{35}, Ca^{45} 及び Sr^{89} を攝取したアオミドロを餌として，キンギョへの転位を実験した。通常の淡水を満たした 1 l 入りのビーカーに，P^{32}, S^{35}, Ca^{45} 及び Sr^{89} を各々 1g につき，9×10^4cpm, 2×10^3cpm, 2×10^6cpm 及び 1.5×10^6cpm の割合で含まれたアオミドロを何れも 0.1g 投じ，10 日間絶食させたキンギョをその中で飼育し，1, 4, 10, 21, 69 及び 264 時間後の魚体各部の放射能を調べた。魚体各部の放射能，及び単位重量の魚体と同一重量のアオミドロの放射能の強度の比を Table 2 及び Fig. 3 に示した。

Table 2. Relative radioactivity of *Carassius auratus* taken from *Spirogyra* containing P^{32}, S^{35}, Ca^{45} and Sr^{89}

Tissue	P^{32}		S^{35}		Ca^{45}		Sr^{89}	
	1 hour	69 hours	1 hour	€9 hours	1 hour	69 hours	1 hour	69 hours
Gill	86×10^{-4}	139×10^{-4}	211×10^{-4}	500×10^{-4}	0	49×10^{-4}	2×10^{-4}	11×10^{-4}
Internal organ	147×10^{-4}	327×10^{-4}	1053×10^{-4}	5053×10^{-4}	3×10^{-4}	8×10^{-4}	19×10^{-4}	2×10^{-4}
Others	6×10^{-4}	108×10^{-4}	105×10^{-4}	421×10^{-4}	1×10^{-4}	23×10^{-4}	0	3×10^{-4}

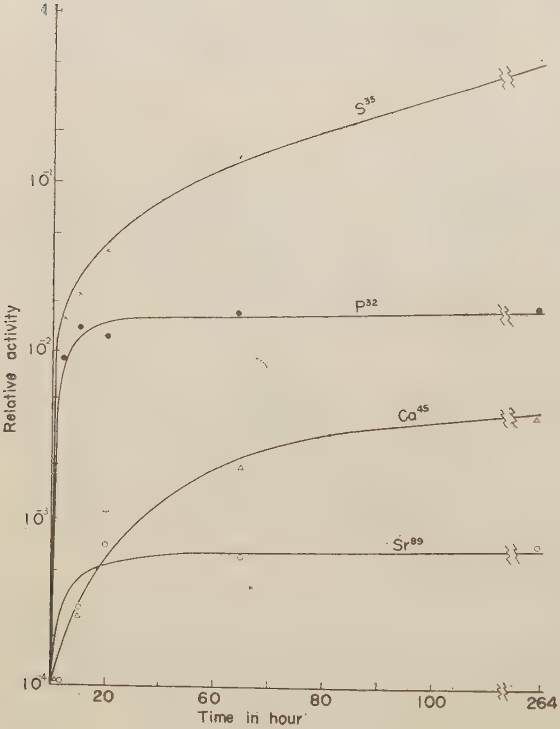


Fig. 3. Uptake of P^{32}, S^{35}, Ca^{45} and Sr^{89} by *Carassius auratus from Spriogyra*

考　　察

環境水よりの移行を考えるとき，P, S, Ca 及び Sr の何れの場合も，最初鰓の示す放射能は他の部分より高い（或いは殆んど等しい）ことは Table 1 より明らかである。従つて鰓が水中の塩類を攝取する主要器管であると云う見解に矛盾しない。然し，Fig. 2 より判る如く魚体に攝取される割合は元素に依つて異なり，P^{32}, 及び S^{35} は約 10 時間後で飽和し，環境水の放射能の強度に達しないのに反して，Ca^{45} 及び Sr^{89} は 264 時間後も飽和に達せず，環境水の 100 倍で前2者に比較して攝取量が大きい。この差は鰓に就いても明瞭で，最初の1時間で，P^{32} 及び S^{35} は夫々殆んど移行しないが，Ca^{45} 及び Sr^{89} は夫々 10 倍程度，鰓に移行する。従つて P^{32} 及び S^{35} と，Ca^{45} 及び Sr^{89} は此の様な転移に関しては異質的なものと推定される。放射能を有するアオミドロを飼料として与えた場合には各元素とも内蔵諸器官への移行が最も多く，S^{35}, Ca^{45} 及び Sr^{89} は鰓に最も少く．P^{32} のみはその他の部分に最少であつた。魚体全部への移行を各元素に就いて比較すると環境水の場合とは逆になり，P^{32} 及び S^{35} の方が Ca^{45} 及び Sr^{89} の方よりも遙かに大量移行している（Fig. 3 及び Table 2 参照）。1. に述べた如く，P^{32} 及び

S^{35} の何れもアオミドロでは高分子のものに吸着しており．Ca^{45} 及び Sr^{89} は 30 %程度がその様な状態にあるので，消化管よりの吸収はイオンの状態のものより，高分子化合物に吸着したものの方が，容易に行われるのではあるまいか。

摘　　　　要

P^{32}, S^{35}, Ca^{45} 及び Sr^{89} を用いて，環境水より直接魚体への転移，及び一度アオミドロに攝取せしめた後，之等を餌として与へた場合の魚体への転移を研究した。前者は Ca^{45} 及び Sr^{89} が多く転移し（殊に鰓に)，後者は P^{32} 及び S^{35} の方が多く転移した。又後者においては，餌としてのアオミドロの内で，P^{32} 及び S^{35} は化学的に高分子との結合形を示し，Ca^{45} 及び Sr^{89} は大部分イオンの状態にあつた。

本研究は文部省綜合科学研究費の一部により実施したものである。

文　　　　献

1）富山哲夫：魚と水中の放射能，科学朝日，1954 6月号，86.
2）Knobf, V. I. : ORNL-1301, July 9 (1951) A. E. C.
3）水産庁，ビキニ海域における放射能影響調査 March (1955).
4）山田金次郎，その他：本誌，**20** (10)，921 (1955).
5）佐伯誠道，森高次郎：本誌，**21** (8)，945 (1955).
6）堀口吉重：日本水産学会発表，長崎，Oct. (1955).

海藻の揮発成分に関する化学的研究―Ⅶ.
アサクサノリ *Porphyra tenera* K. の揮発成分について

片 山 輝 久
広島大学水畜産学部水産化学教室

Chemical Studies on Volatile Constituents of Sea-Weeds―Ⅶ.
Flavour and Other Characteristics of *Porphyra tenera* K.

Teruhisa KATAYAMA

The purple laver, *Prophyla tenera* K., is known among the Japanese as "asakusa-nori", one of their favorite items of food. High flavour of the seaweed is much regarded of particularly when it is dried into a crispy sheet. The present study was intended to determine a factor responible for the flavour, using the materials which had been seeded and reared at different localities.

The results of distillation of volatile compuonds, determinations of nitorogen obtained by KJELDAHL's method and of phosphorus by ALLEN's indicated that the higher flavour is correlated with the amount of nitorogen as well as volatile compounds contained in the frond of the seaweed. The fact is likly dependent on the environment of rearing grounds but not on that of seeding grounds (table 1). When two samples, the one collected in the middle of January and the other at the end of March from the same rearing ground, were compared, the latter was found containing volatile compounds more than the former (table 2).

Fatty acids obtained from the volatile fraction of the seaweed are formic acid, acetic acid, proponic acid, butyric acid, and valeric acid : palmitic acid being found present in the fraction soluble in sodium hydroxide.

Chromatostrip examination of carbonyl separated from the seaweed showed it consisting of three different compounds with Rf. 0.26, 0.33 and 0.47. The facts that the first value agrees with the spot furfurol gives under chromatostorip and that the compound responded to aniline acetate just as furfurol does seem to have proved presence of this substance in the compound.

When terpene compound gained by fractional distillation was examined with help of chromastorip, there were found α-pinene, d-limonene, terpinolene, geraniol, and carvone existing in it along with a neutral oil that gives forth Rf. value 0.40 (tables 3 and 4). The gas that could not be condensed in the course of distillation did not show dimethylsulfide and smelled like a sort of amine.

緒　言

アサクサノリ *Porphyra tenera* K. の揮発成分については未だその報告をみない。一方ノリの香気は品質として極めて重要なものであつて，一般業者は或産地のノリは香りがよいが，或産地のノリは香りが少いといつている。一般の高等植物の揮発成分についてはルイセンコ[1)]の生化学的理論があつて，例えばジャカウサウ *Aristolochia debilio* SIEB. et ZUCE，ハッカ *Mentha arvenis* L. の如く葉体中に香りの多いものについては，生育中窒素肥料が燐酸肥料に比し多いときに香りが強く，逆に燐酸肥料が窒素肥料に比し多いときには香りが少く，或種のテルペンは 75～80% 減少すると述べている。著者はアサクサノリ *Porphyra tenera* K. の香気の多少を解明し，その本体をも明かにする目的で，先づ産地によるアサクサノリ *Porphyra tenera* K. の窒素，燐，揮発成分の含量の多少を研究した。その結果，葉体中に窒素の含量の多いノリは揮発成分の含量多く，窒素と燐の含量の比には関係のないことを明かにした。また揮発成分の含

1955 年 11 月 22 日受理

* 本研究の一部は昭和 29 年 4 月及び昭和 30 年 4 月，日本水産学会年会に於て発表した。

量の時期的変化は生育の進むに従つて増加していることを明かにした。

揮発成分を分劃し，dimethylfide は含まれず，蟻酸，醋酸，プロピオン酸，酪酸，バレリアン酸，パルミチン酸，不飽和脂肪酸の存在を明かにし，カーボニル区分は chromatostrip にかけ furfurol，の spot に相当する Rf＝0.26 の外に 0.47 と特有の Rf＝0.33 の存在することを明かにした。テルペン区はこれを分劃し chromatostrip にかけ，α-pinene，α-limonene，terpinolene，geraniol，carvone の外に Rf＝0.40 を示す特有の spot を与える物質の存在することを明かにした。

実　験　之　部

1.　産地による揮発成分の含量と窒素の含量との関係　産地，種付地点，養殖場所の異るアサクサノリ *Porphyra teuera* K. 8種を用い，製法は一般に用いられている方法で製品としたものを試料とした。

窒素の定量方法は常法による Kjeldahl の方法を用い，燐の定量は Allen[3] の方法に従つた。即ち過塩素酸にて分解しプルフリツヒの光度計を用いて比色定量した。その結果は Table 1 の如くである。

Table 1.　Contents of volatile compounds nitrogen and phosphorous.

Sample No.	Districts		Date of sampling	Moistue %	Contents in dried matter		
	Seeded	Reared			Volatile compounds %	N mg. %	P mg. %
I	Narawa Chiba	Chiba city	Jan. 25	15.4	0.041	4.1	1.38
II	Usigome Chiba	Ômori Tokyo	Jan. 15	14.4	0.057	6.5	1.44
III	Narawa Chiba	Chiba	Jan. 5	13.9	0.043	5.2	1.46
IV	Ushigome Chiba	Aobori Chiba	Jan. 10	16.1	0.036	4.4	0.86
V	Kuraha Chiba	Ômori Tokyo	Jan. 14	16.0	0.062	5.9	1.86
VI	Shinmaiko Aichi	Shinmaiko Aichi	Jan. 16	14.5	0.037	5.4	1.6
VII	Ômori Tokyo	Ômori Tokyo	Jan. 25	13.7	0.064	6.4	1.72
VIII	Nagaura Chiba	Nagaura Chiba	Jan. 10	15.1	0.030	4.6	1.76

上表の如く，種付場所如何に拘らず，東京都大森に生育したものは窒素の含量多く，揮発成分の含量も多い。このことは一般に大森産のものは“香り”がよいと云うことゝよく一致している。

2.　揮発成分含量の季節的変化　前記試料 No. V，即ち千葉県蔵葉種付，東京都大森で養殖した試料につき，1月中旬採取したものと，3月上旬採取したものにつき揮発成分の含量を比較すると次の如くであつた。

Table 2.　Seasonal change in contents of volatile compound.

Date of sampling	Moisture %	Contents of Volatile compounds %	Contents of volatile compounds in dried matter %
Jan. 14	16.0	0.054	0.062
Mar. 8	15.1	0.072	0.085

即ち3月上旬の頃になると揮発成分の含量は増大することが解つた。但し低級の揮発成分，高級の揮発成分，酸区，カーボニル区，テルペン区の何れが増加し，減少しているかについては試料僅少のため追及し得

なかつた。

3. **揮発成分の分割及び確認**　アサクサノリ *Porphyra tenera* K. を水蒸気蒸溜し，溜出液をエーテルにて抽出し，脂肪酸区，フェノール区，カーボニル区，テルペン区に分割した。その分割方法は第1報[3]第2報[4]，に準じた。

1) **蒸溜気相**（2）　水蒸気蒸溜するに当つて冷却器にて凝縮しないで散逸する揮発成分を捕集するため昇汞の飽和溶液中に導くも dimethylsulfide の附加化合物は得られなかつた。一種のアミン臭を有していたので 10% 塩酸中に導きこれを捕集し減圧濃縮したが材料僅少のため分離確認に至つていない。

2) **凝縮区（1）よりの分離**

a. **重炭酸ソーダ可溶区（7）より揮発性酸の分離**　凝縮区をエール抽出して得た粗油より遊離酸を分取する目的で飽和重曹水と振盪し，重曹可溶区分は稀塩酸にて酸性とし，エーテルにて抽出し，脱水後エーテルを除去すると，淡黄色油状物質が得られた。

性質（イ）淡黄色刺戟性の臭気を有する。（ロ）アルコール，石油エーテル，エーテルに溶解する。（ハ）銅塩，バリウム塩，亜鉛塩を作る。

井上，野田両氏[5]の方法による paper chromatography にかけると，Rf 値 0.45, 0.53, 0.66, 0.74 及び 0.85 を示したので，蟻酸，酯酸，酪酸，プロピオン酸，バレリアン酸の存在が確認された。

b. **苛性カリ可溶区（9）より得た脂肪酸の分離**　重炭酸ソーダ可溶区分を除去した粗油は更に3%苛性カリ溶液と振盪して，苛性カリ可溶区分を分取した。苛性カリ可溶区は塩酸々性としエーテルにて抽出し，脱水後エーテルを除去した。

（イ） **苛性カリ可溶重炭酸ソーダ可溶区**（11）　苛性カリ可溶区は更に飽和重曹水と振盪し，苛性カリにて鹸化された脂肪酸を分取し，塩酸々性としてエーテルにて抽出後脱水し，エーテルを除去した。試料僅少のため，アルコールにて再結を試みたが確認し得なかつた。

（ロ） **苛性カリ可溶炭酸ソーダ可溶区分**（13）　重曹可溶区分を除去した苛性カリ可溶区分は 10% 炭酸ソーダ溶液と振盪し，フェノール区（14）と脂肪酸区（13）に分割した。炭酸ソーダ可溶区は塩酸々性としてエーテルにて抽出し，脱水後エーテルを除去した。炭酸ソーダ可溶区は飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸を含むので Varrentrapp 氏の鉛塩エーテル法により分別した。飽和脂肪酸は 94% アルコールより再結すると融点 61～2°C の鱗片状の結晶となり Judfeind, Reid 氏[6]法により *p*-brom-phenasylesrer とすると融点 84～5°C で純パルミチン酸のそれと混融するも融点の降下はみられなかつた。不飽和脂肪酸は一種の臭気を有する液状物質であるが試料僅少のため追及し得なかつた。

c. **カーボニル化合物の分離**（14）　脂肪酸及びフエノールを除去した中性油は 30% 酸性亜硫酸ソーダ溶液と反覆振盪し，酸性亜硫酸ソーダ溶液はこれを合し炭酸ソーダを加えてアルカリ性とした後に水蒸気蒸溜に附した。溜液は食塩を飽和しエーテルにて抽出し脱水後エーテルを除去した。

性質（1）　桂皮アルデヒド様の香気を有する淡黄色油状物質である。（2） フルフロール特有反応であるアニリン醋酸反応では桜桃赤色を呈す。Chomatostrip[7][8] にかけ Rf 値 0.26, 0.33, 0.47 の 3 種のカーボニル化合物の存在を明かにし，Rf 値 0.26 は furfurol の Rf 値に一致し，且つアニリン醋酸反応陽性であることよりフラン系化合物の存在は明かである。Rf 値 0.33 はアサクサノリ *Porphyra tenera* K. のカーボニル区分に於て初めて存在することを知つたが材料僅少のため追究し得なかつた。

d. **テルペン系化合物**（16）　脂肪酸，フエノール，カーボニル化合物を除去した中性油は，材料僅少のためクライゼンのミクロ分溜装置で分溜したその結果は次の如くである。

Table 3. Result of fractional distillation of terpene compound.

Fraction	Pressure mm.	b.p. °C.	Yield g.	n_D^{25}.
I	15	40～60	0.02	1.4955
II	10	40～50	0.01	1.4935
III	〃	51～60	trac	—
IV	3	40～60	0.02	1.4970

Ⅴ	3	61～80	0.6	1.4820
Ⅵ	〃	81～100	0.01	1.4890

各区分を chromatostrip[7)8)] にかけ圧と沸点曲線[8)]，発色色調[8)] を考慮し次の如き結果を得た。

Table 4. Result of chromatostrip of terpene compound.

Fraction	Rf value
No. Ⅰ b.p 40～60°C at 15 mm.	0.41, 0.63, 0.66 0.72[8)] d-limonene 0.87[2)] α-pienen
No. Ⅱ b.p 40～50°C at 10 mm.	0.42, 0.66, 0.92
No. Ⅲ b.p 51～60°C at 10 mm.	0.42, 0.61, 0.65, 0.70[8)], terpinolene
No. Ⅳ b.p 40～60°C at 3 mm.	0.42, 0.56, 0.63 0.68, 0.71, 0.91
No. Ⅴ b.p 61～80°C at 3 mm.	0.45, 0.64, 0.70 0.92,
No. Ⅵ b.p 81～100°C at 3 mm.	0.27[8)] geraniol, 0.44[8)] carvone, 0.67, 0.73

以上の如くして α-pinene, *d*-limonene, terpinolene, geraniol, carvone の存在を明かにした。

総　　括

1) アサクサノリ *Porphyra tenera* K. の“香り”の多少は篊付場所如何に拘らず，環境要因により葉体中に窒素の多いものほ揮発成分の含量が多く，“香り”のよいことを明かにした。

2) アサクサノリ *Porphyra tenera* K. の揮発成分の季節的変化は，1月中旬に採取にしたものと，3月下旬に採取したものを比較すると後者の方に含量が多いことを明かにした。

3) 揮発性脂肪酸として蟻酸，醋酸，プロピオン酸，酪酸，バレリアン酸の存在を確認し，苛性カリ可溶区分中にパルミチン酸の存在を明かにした。

4) カーボニル化合物は，フルフロール特有反応であるアニリン醋酸反応陽性にして，chromatostrip にかけると，フルフロールの Rf 値 0.26 と同じ spot を与える故，フルフロールの存在を明かにした。また Rf 値 0.47 の他に特有な spot 0.33 を与えるカーボニル化合物の存在を明かにした。

5) テルペン系化合物は分溜後，各区分は chromatostrip にかけ，α-pinene, *d*-limonene, terpinolene, geraniol, carvone の存在を明かにし，また Rf 値 0.40 の spot を与える特有な中性物質の存在することを明かにした。

6) 蒸溜気相には dimethylsulfide は存在せずして，一種のアミン臭を有していた。

本研究の進展に当り終始御懇切に御指導賜つた九大富山教授，東大新崎助教授，柴田教授に感謝の意を表す。また本研究の一部は文部省総合研究費より支弁した。その機会を与えられた東大新崎助教授に厚く感謝の意を表する。

文　　献

1) Oparin, A. I.：第2回国際生化学会講演，科学 **23**, 453 (1952) 江上不二夫訳
2) Allen, R. J. L.：*Biochem. J.* **34**, 858 (1940).
3) 片山輝久，富山哲夫：本誌 **17**, 122 (1952)
4) 片山輝久：本誌，**19**, 793 (1953)
5) 井上吉之，野田萬次郎：日本農芸化学会誌 **24**, 29 (1951)
6) Judefeind, W. L. and Reid, E. E.：*J. Amer. Chem. Soc.*, **43**, 1042 (1920)
7) Kirchner, J. G. Miller, J. M. and Keller, J. G.：*Anal. Chem.*, **23**, 420 (1951), *ibid.*, **25**, 1107 (1953)；**23**, 428 (1951).
8) 片山輝久：本誌，**21**, 412 (1955).

海藻の揮発成分に関する化学的研究—X. 海藻揮発成分の抗菌性について*

片 山 輝 久
(広島大学水畜産学部水産学科)

Chemical Studies on Volatile Constituents of Sea-Weeds—X. Antibacterial Action of *Enteromorpha* sp.

Teruhisa KATAYAMA

Volatile compounds on the one hand, and seaweeds on the other, are known to be antibacterial as established by a number of workers, though a relationship between the two sets of fact has never been suggested yet. The present work has been undertaken to see whether antibacterial action of seaweeds is attributable to their volatile compounds.

Separated from volatile compounds of *Enteromorpha* sp. were :

1) low grade fatty acids soluble in sodium bicarbonate, including formic, acetic, propionic, valeric ;
2) high grade fatty acids soluble in sodium hydroxide, including myristic, palmitic, linolenic, and C_{16}-unsaturated fatty acid ;
3) carbonyl soluble in sodium bisulfite, such as furfurol, α-methyl furfurol ;
4) terpene fraction including α-pinene, *d*-limonene, terpinolene, 1 :8-cineol, linalool, geraniol, and carvone.

These fractions are shown in this order in tables 1 and 2 in association with their antibacterial powers determined on the bases of turbidity and plate culture observations, the results which seem to be affirmative of the above question to some extent. Effective limit of the dilution is about 2,000 to 3,000 times.

緒 言

揮発成分の抗菌性は，有史前より食品の防腐，防黴に対して経験的に用いられていたようである。従つてこの方面の研究は古くより行われている。[1),2),3),4),5),6),7)] わが国に於ても，脂肪酸については鉄本氏[8)] の研究があり，カーボニル化合物については岡崎氏[9)]，藪田氏[10)]，佐々木氏[11)] 等の研究があり，テルペン類については岡崎氏[9),12)] の研究がある。他方海藻の抗菌性については PLATT 氏[13),14)] の研究がある。著者は海藻の抗菌性の一部は揮発成分にあることを予想して，アオノリ *Enteromorpha sp.* の揮発成分を重炭酸ソーダ可溶区分 (formic, acetic, propionic, valeric の存在を明かにした[15)])，苛性カリ可溶区分 (myristic, palmitic, linolenic acid, C_{16}-不飽和脂肪酸の存在を明かにした[15)])，酸性亜硫酸ソーダ可溶区分 (furfurol, α-methyl furfurol の存在を明かにした[15)])，テルペン区分 (α-pinene, *d*-limonene, terpinolene, 1 : 8-cinenl, linalool, geraniol, carvone の存在を明かにした[15)]) に分割して，各々につき抗菌性を調べたところいづれも2～3,000 倍の抗菌性を示し，既往の文献に照し，予期の結果を得たので玆に報告する。

実 験 之 部

試料 アオノリ *Enteromorpha sp.* を水蒸気蒸溜して，溜出液は食塩を飽和後エーテルにて抽出し，脱水後エーテルを除去して得た粗油を，重炭酸ソーダ可溶区分 (No. 1)，苛性カリ可溶区分 (No. 2)，酸性亜硫酸ソーダ可溶区分 (No. 3)，テルペン区分 (No. 4) に分割した。[15),16)] 各区分につき *Esch. coli*,

1955 年 11 月 22 日受理

* 本研究の一部は昭和 29 年4月日本水産学会年会に於て発表した。

M. pyogenes var. aureus 209 *p* を用いて抗菌性を調べた。

A. 液体稀釈法

1. 培養基　肉エキス 1％，ペプトン 1％，食塩 0.2％滅菌後 pH 7.0 とした。

2. 方　法　前記各試料 0.5 cc をとり，各々にアルコール 1 cc 宛加えて更に上記培養基を加えて 25 cc とし液体稀釈法に準拠し，上記菌液 1 白金耳播種後 37°C 24 時間培養し各試験管の菌発育の度を溷濁度により測定し，抗菌価の判定は菌対照試験管と同一溷濁と看される場合を（＋），無菌対照試験管と同一澄明度のものを（－），及び中間度を以て（±）とした。

3. 実験結果　実験結果は次の如くであつた。

Table 1. The antibacterial effect of volatile compounds based on turbidity observation.

Fraction ＼ Dilution		1,000	2,000	4,000	8,000	16,000	32,000
No. 1	*E. coli*	−	−	+	+	+	+
	M. pyogenes var. aureus 209 *p*	−	−	−	+	+	+
No. 2	*E. coli*	−	+	+	+	+	+
	M. pyogenes var. aureus 209 *p*	−	−	−	−	+	+
No. 3	*E. coli*	−	−	−	+	+	+
	M. pyogenes var. aureus 209 *p*	−	−	±	+	+	+
No. 4	*E. coli*	−	−	+	+	+	+
	M. pyogenes var. aureus 209 *p*	−	−	+	+	+	+

B. カツプ法（平板拡散法）

1. 培養基　寒天 15 g，肉エキス 3 g，ペプトン 5 g，水 1 L を加え滅菌後 pH 7.0 とし，供試菌は *M. pyogenes var. aureus* 209 *p* を用いた。

2. 方　法　厚生省薬務局ペニシリン力価検定法[17]（カップ法）に準拠して行い，37°C 24 時間培養し，その阻止円の直径を測定した。

3. 実験結果　実験結果は次の如くであつた。

Table 2. The antibacterial effects of volatile compound based on cup method.

Fraction ＼ Dilution	1,000	2,000
No. 1	14.5 mm.	11.4 mm.
No. 2	11.0	12.5
No. 3	12.0	12.0
No. 4	12.0	11.0

以上の結果と，著者が明かにして報告したように，重炭酸ソーダ可溶区分は formic, acetic, propionic, valeric acid を含み，苛性カリ可溶区分は myristic, palmitic, linolenic acid, C_{16} 不飽和酸を含み，酸性亜硫酸ソーダ可溶区分は furfurol, α-methyl furfurol を含み，テルペン区分は α-pinene, *d*-limonene, terpinolene, 1:8-cineol, linalool, carvone, geraniol を含んでいる[15]こと及び個々の物質の既往の文献を考慮すれば，海藻の抗菌性の一部は揮発成分にあることが解る。

総　　括

アオノリ *Entermorpha sp.* の揮発成分を，重炭酸ソーダ可溶区分（低級脂肪酸），苛性カリ可溶区分（高級脂肪酸），酸性亜硫酸ソーダ可溶区分（カーボニル区分），テルペン区分に分割して，それぞれにつき *Esch. coli*, *M. pyogenes var. aureus* 209 *p* に対する抗菌性を調べたところ，いづれも 2,000～3,000 倍の抗菌性を示し，これ等の結果と既往の文献を考慮し，海藻の抗菌性の一部は揮発成分にあることを明かにした。

本研究の進展に当り終始御懇切に御指導賜つた九大富山教授，広大荒谷助教授，東大柴田教授に厚く感謝の意を表する。

文　　献

1) Courmount, Movel, Bay : *Compt. rend. Soc. Biol.* **96**, 1318 (1926) ; *ibid.*, **124**, 745 (1937).

2) Movel, Rochaix : *Bull. Sci. Pharmacol.*, **32**, 257 (1925).
3) Bose, Rao, Subrahmanyan : *J. Sci. Ind. Research*, **8B**, 157 (1949).
4) Bose, Rao, Subrahmanyan : *J. Sci. Ind. Research*, **8B**, 160 (1949).
5) Bose, Rao, Subrahmanyan : *J. Sci. Ind. Research*, **9B**, 12 (1950).
6) Neuberg, C. : *Biochem. Z.*, **239**, 101 (1919).
7) Luers, H. : *Z. Spiritusind*, **2**, 160 (1937).
8) 鉄本総吾： 日本農芸化学会誌, **13**, 458 (1937) ; *ibid.*, **14**, 1591 (1938) : *ibid.*, **16**, 454 (1940); *ibid.*, **16**, 1207 (1940) ; *ibid.*, **17**, 11 (1941) ; *ibid.*, **17**, 1217 (1941).
9) 岡崎寛三, 河口達二, 松井弘次, 比川允夫： 日本薬学会誌, **72**, 1135 (1952).
10) 藪田貞次郎, 神戸勝二： 日本農芸化学会誌, **4**, 214 (1928).
11) 佐々木酉二, 服部達彥： 日本農芸化学会誌, **25**, 450 (1952).
12) 岡崎寛三, 加藤宏： 日本薬学会誌, **71**, 109 (1951) ; *ibid.*, **72**, 552 (1952).
13) Platt, R. : *Amer. J. Bot.*, **27**, 1735 (1940).
14) Platt, R. : *Amer. J. Bot.*, **29**, 142 (1942).
15) 片山輝久： 本誌, **21**, 420 (1955),
16) 片山輝久, 富山哲夫： 本誌, **17**, 122 (1952).
17) 中村豊： ペニシリンとその応用 62 (1948).

海藻の揮発成分に関する化学的研究—XI. 海藻の揮発成分のイトミヽズ殺虫力*

片 山 輝 久
(広島大学水畜産学部水産化学教室)

Chemical Studies on Volatile Constituents of Sea-Weeds—XI. Anthelmintic Action of Volatile Compounds of Sea-Weed

Teruhisa KATAYAMA

Anthelmintic action of each volatile fraction of *Ulva pertusa* K. was tested by using a santonine solution as a control, and the degree of toxicity against earth worms was in the following order.

Dimethylsulfide fraction > santonine solution > terpene fraction > carbonyl fraction > sodium bicarbonate soluble fraction=potassium hydroxide soluble fraction.

緒 言

海藻の揮発成分を分離確認することは"磯の香"の究明に，また水産食品の香気解明などに寄与するところが多いと考え，著者は本研究に着手した。その研究途上揮発成分中に駆虫作用のある物質が存在しているのではないかと考え，その予備試験として糸ミヽズ殺虫力試験を行つた。糸ミヽズ殺虫力は dimethylsulfide 区は強力で，重炭酸ソーダ可溶区，炭酸ソーダ可溶区はいずれも僅かに運動の異状が認められ，カーボニル区，テルペン区に於ては運動が緩漫となることを認めたので玆に報告する。

実 験 之 部

1. 実験方法 駆虫薬の予備試験としては，従来ミヽズ，ヒル，ゴカイ等の殺虫力試験，ミヽズ筋肉収縮作用等が用いられている[1)3)]。著者は先づ最も簡単な糸ミヽズ殺虫力試験を実施した。即ち河砂を 0.1 cm の篩にかけて粒子の大きなものを除き風乾して小型ペトリシヤーレに 8.0 g 宛採り，アナアオサ ***Ulva pertusa* K.** より得た dimethylsulfide 区，重炭酸ソーダ可溶区（蟻酸，醋酸，プロピオン酸，酪酸，バレリアン酸を確認），3 %苛性カリ可溶区（ミリスチン酸，パルミチン酸，リノレン酸，*P*-クレゾール，C_{16}-不飽和脂肪酸の存在を確認），カーボニル区（フルフロール，α-メチルフルフロールの存在及び chromatostrip により Rf 値 0.64 の spot を興える物質の存在を明らかにした），テルペン区（α-pinene, *d*-limonene, linalool, carvone の存在を明かにした）[3)4)] を 1,000 倍，2,000 倍，4,000 倍に薄めた溶液 10 cc 宛加えて，これに 3~4 cm の糸ミヽズ 4 匹宛を入れ蓋をし 20°C の室温で衰弱の状態を観察した。なお比較のため santonine，市販マクニン錠についても同様の実験を行つた。

2. 実験結果 殺虫力試験の結果を示せば次の如くである。

Table 1. The anthelmintic action of volatile compounds.

Dilution	Fraction / Hour	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	Santonine	Machnine
1 : 1,000	1/4	+++	+	+	+	+	+	+
	1/2	++++	+	+	+	+	++	+
	1	++++	+	+	++	++	++	+
	2	++++	+	+	++	++	++	+

1955 年 11 月 22 日受理

* 本研究の一部は昭和 26 年 4 月日本水産学会年会に於て発表した。

No. 1 methylsulfide fraction　No. 2 $NaHCO_3$ sol. fraction
No. 3 Na_2CO_3 sol. fraction　No. 4 carbonyl fraction
No. 5 terpene fraction
− ·····normal movement　+······slightly abnormal movement
++······slight movement　+++······hard movement　++++······almost lifeless

Table 2. The anthelmintic action of volatile compounds.

Dilution	Flaction / Hour	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	Santonine	Machnine
1 :2,000	1/4	++	−	−	+	++	++	+
	1/2	+++	−	+	+	++	++	+
	1	++++	+	+	++	++	++	+
	2	++++	+	+	++	++	+++	++
	3	++++	+	+	++	++	+++	++
	4	++++	+	+	++	++	+++	++
	5	++++	+	+	++	++	+++	++

Table 3. The anthelmintic action of volatile componds.

Dilution	Fraction / Hour	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	Santonine	Machnine
1 :4,000	1/4	+	−	−	+	++	++	+
	1/2	+	−	−	+	++	++	+
	1	++	−	−	+	++	+++	+
	2	+++	−	+	++	++	+++	+
	3		+	+	++	++	+++	++

総　括

アナアオサ *Ulva pertusa K.* の揮発成分を dimethylsulfide 区分，重炭酸ソーダ可溶区分，炭酸ソーダ可溶区分，カーボニル区分に分ち，それぞれ 1,000 倍，2,000 倍，4,000 倍の溶液として，糸ミヽズ殺虫力試験した結果、dimethylsulfide 区分最も強く，また殺虫力はないが運動に異状の認められた強さは同濃度に於て Santonine > terpene fraction > carbonyl′ fraction > Machnine > $NaHCO_3$ sol. fraction = KOH sol. fraction の順序であつた。

終りに臨み終始御懇切に御指導を賜わつた九大富山教授に感謝の意を表する。

文　献

1) 渡辺，岩田：日本農芸化学会誌，**23**，521 (1944).
2) 大野，武内：防虫化学，**12**，26 (1948).
3) 片山：本誌，**21**. 412 (1955).
4) 片山：本誌. **21**. 416 (1955).

海藻の揮発成分に関する化学的研究—XII.
海藻揮発成分のミヽズ筋肉収縮作用について*

片　山　輝　久
（広島大学水畜産学部水産化学教室）

Chemical Studies on Volatile Constituents on Sea-Weeds——XII.
Effect on Muscle Contraction of Earthworms

Teruhisa KATAYAMA

As one of preliminary studies on anthelminthic effect that some seaweeds likely have, an attempt has been made with help of an automatic recorder (Fig. 1) to find which volatile compounds are effective upon muscle contraction of earthworms. Volatile fractions used for the test were obtained from seaweed such as *Ulva pertusa* K., *Enteromorpha* sp., *Codium*, and *Sargassum* sp.

When the middle segments of a test worm, cut for 2 cm. from the body of about 8 cm. in length, fixed on the hooks of the recorder, were dipped in Ringer solution, the muscle registered normal cycles of contraction (Figs. 1, 2). Different oscillations were drawn by the shrinking muscle under the influence of several volatile fractions added at various concentrations to the Ringer fluid (Figs. 3-10). Of these fractions, carbonyl and terpene, as thin as 0.001%, had strongly contractive effect, while the muscle did not seem to react to dimethylsulfide and fatty acids.

The solution of "Machin", a commercial vermicide containing the extract of *Digenia simplex*, was not so effective as some of the above fractions unless 5% or more concentrations of the drug was used. Furfurol, found present in carbonyl fraction, made the muscle shrink in its 0.1% solution.

緒　　言

海藻の揮発成分の蛔虫に対する駆虫作用の予備試験として，さきに糸ミヽズ殺虫力試験につき報告した[1]。更にミヽズ筋肉収縮作用につき検討してみた。

ミヽズ筋肉収縮作用は dimethylsulfide 区分，酸区分，カーボニル区分，脂肪酸及びカーボニル化合物を除去した中性区分（テルペン区分）につきキモグラフを用いて測定した結果，dimethylsulfide 区分，酸区分は何等収縮作用を示さないが，カーボニル区分，テルペン区分は強い収縮作用のあることを知り，カーボニル区分とテルペン区分の収縮作用はリンゲル溶液0.001%に於ても強い収縮作用を示すも市販マクニン錠は5%溶液に於て初めて収縮作用の起ることを明かにした。カーボニル区分のうち furfurol の存在を明かにしたので[2]，純 furfurol につき吟味した結果，同様収縮作用があることを知つた。従つて海藻の揮発成分のミヽズ筋肉収縮作用は，furfurol 及びこの系統の物質とテルペン系物質であることを明かにし得たので茲に報告する。

実 験 之 部

1. 試料　実験に用いた揮発成分はアナアオサ *Ulva pertusa* K., アオノリ *Enteromorpha sp.*, ミル *Codium*, ウミトラノオ *Sargassum sp.* より得たもので，脂肪酸区分，カーボニル区分，テルペン区分の分劃方法は第1報[3]，第2報[4] に準じた。

2. 実験方法　MAGNUS 氏の方法により収縮作用をみた。即ち Fig. 1 に於て A は空気吹込み装置，管C内はリンゲル溶液をみたしたものである。ミヽズ筋肉はBの位置に，一端を固定し，他端を H の描記槓

1955 年 11 月 22 日受理

* 本研究の一部は昭和 26 年4月日本水産学会年会及び昭和 29 年4月日本水産学会年会に於て発表した。

杆にとりつけ収縮作用をみた。ミヽズの大きさは約 8 cm のものを用い，頭部,尾部各々 3 cmを切り取り中央約 2 cm を試料として用いた。リンゲル溶液としては，1/13M NaCl 100 vol.， 1/13 M KCl 1.3 vol.， 1/20 M $CaCl_2$ 1.8 vol. を混和したもので，この混液に重炭酸ソーダを 0.002% になるよう添加した。上記の如く切り取ったミヽズ筋肉は，シャーレ内のリンゲル溶液に 5 分間入てれ後，C 管内に固定した。

3. 実験結果　**ミヽズ筋肉の正常運動**　ミヽズ筋肉は Fig. 1 の如く固定すると，Fig. 2 のように週期的な正常の収縮運動を示すので，これを確めて後に検体をリンゲル液に添加した。

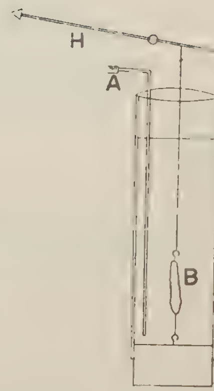


Fig. 1. Device for recording muscle contraction of the test worm.
A : Pipe blowing in air.
B : Segments of the earthworm.
C : Glass tube.
H : Pen working on lever principle.

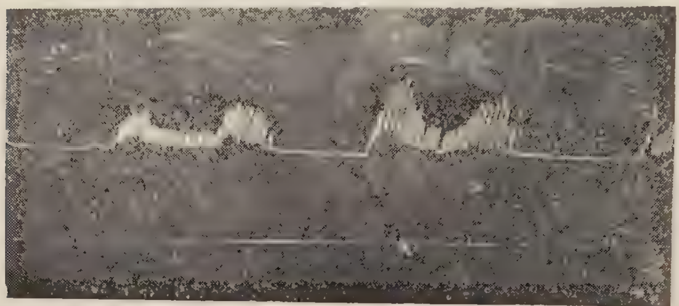
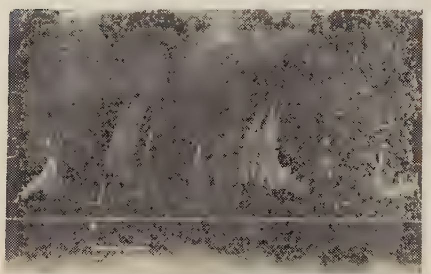
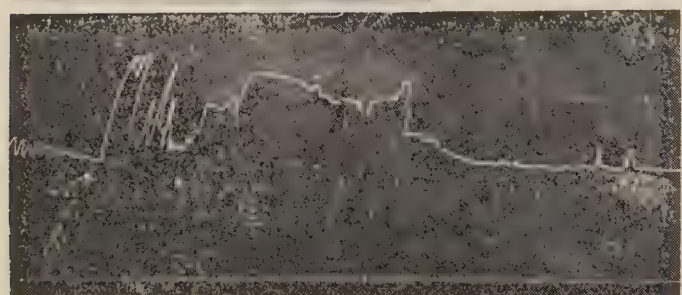


Fig. 2. Trace drawn by contracting muscle in the absence of volatile fractions.



←**Fig. 3.** Trace drawn by contracting muscle due to dimethylulfide. In Figs. 3 through 10 arrow shows the point where a volatile fraction was added.



↓**Fig. 4.** Trace drawn by contracting muscle due te carbonyl fraction

a. **Dimethylsulfide 添加による変化**　上記のような正常運動を行つているミヽズ筋肉に dimethylsulfide を約 20%になるように加えても Fig. 3 にみられるように何等影響はみられなかつた。

b. **カーボニル区分添加による影響**　正常運動を行つているミヽズ筋肉のリンゲル溶液内にカーボニル区分を 0.1%になるように添加すると Fig. 4 に示すように明かに収縮作用が認められた。

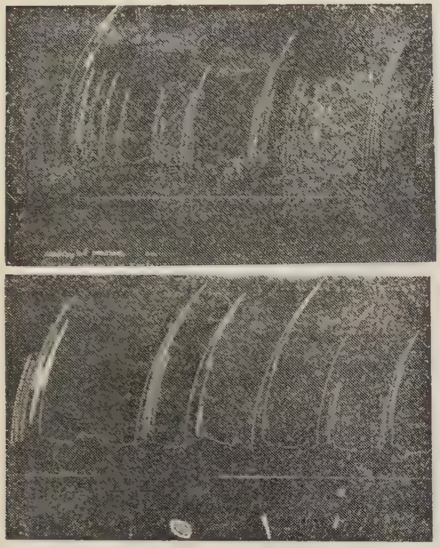
カーボニル区分に furfurol の存在を確認し得たので，furfurol を 0.1% になるように添加すると Fig. 5 のように収縮作用が起つた。



Fig. 5. Trace drawn by contracting muscle due to furfurol fraction.

c. **酸区分添加による影響**　正常運

1 3



2



Fig. 6. Trace drawn by contracting muscle due to fatty acid fractions.

1. In the absence of valatile fractions.
2. In the presence of fraction soluble in sodium bicarbonate.
3. In the presence of fraction soluble in potassium hydroxide.

動を行つているミヽズ筋肉に，重炭酸ソーダ可溶区，炭酸ソーダ可溶区，を1%になる如く添加するも何等変化は認められなかつた。(Fig. 6)

d. **テルペン区添加による変化**　正常運動を行つているミヽズ筋肉のリンゲル溶液に中性区分を添加すると Fig. 7 のように収縮作用が認められた。

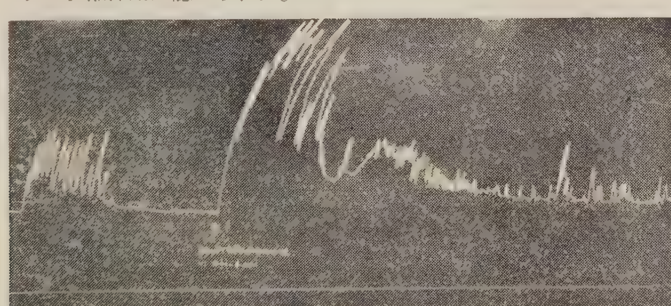


Fig. 7. Trace drawn by contracting muscle due to terpene fraction.

e. **ミル Codium の中性区の影響**　ミル *Codium* の中性区[5](脂肪酸，フエノール，カーボニル化合物除去）を 0.001% になるよう添加すると Fig. 8 のように収縮作用が認められた。



Fig. 8. Trace drawn by contracting muscle due to terpene fraction of *Codium*.

f. **ウミトラノオ Sargassum sp. の中性区の影響**　ウミトラノオ *Sargassum sp.* の中性区分[6]を 0.001 %になるよう添加すると Fig. 9 に示すように収縮作用が認められた。

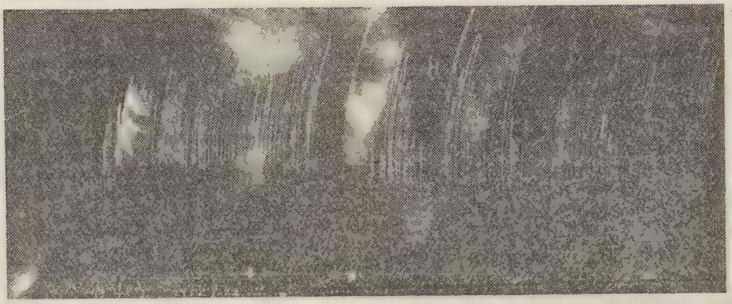


Fig. 9. Trace drawn by contracting muscle due to terpene fraction of *Sargassum* sp.

g. **市販マクニン錠の収縮作用**　市販マクニン錠（1錠中海人草エキス 0.0075g 含有）では5％溶液になるように加えて初めてミヽズ筋肉収縮作用が認められた。(Fig.10)

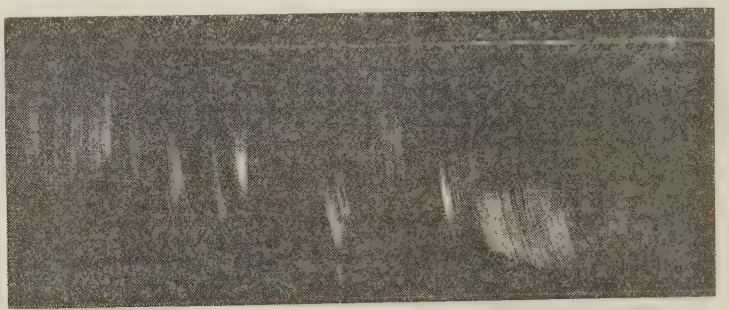


Fig. 10. Trace drawn by contracting muscle due to "Macnin" solution.

以上のことにより，カーボニル区分のうち furfurol が収縮作用のあることを明かにし，テルペン区分も強い筋肉の収縮作用のあることを認めた。テルペン系物質についての収縮作用は目下研究続行中である。

1. 総　　括

1. 海藻の揮成発分はミヽズ筋肉を収縮する作用のあることをキモグラフを用いて明かにした。

2. 海藻の揮発成分のうち収縮作用のある区分は，カーボニル区分，テルペン区分であつて dimethylsulfide 区分，脂肪酸区分に認められなかつた。

3. 中性区分は 0.001％ に於ても収縮作用が認められたが，市販マクニン錠に於ては5％溶液に於て初めて収縮作用がみられた。

4. 中性区分として，アナアオサ *Ulva pertusa*, ウミトラノオ *Sargassum sp.* ミル *Codium* 等の揮発成分より得たものを試料としいづれも同様の結果を得た。

5. カーボニル化合物区に確認された furfurol について検してみると 0.1％ の溶液に於て収縮作用の起ることを明かにした。

本研究の進展に当り終始御懇切に御指導賜つた九大富山教授，東大柴田教授に厚く感謝の意を表する。

文　　献

1) 片山輝久：本誌，**22**，251 (1956).
2) 片山輝久：本誌，**21**，416 (1955).
3) 片山輝久・富山哲夫：本誌，**17**，122 (1952).
4) 片山輝久：本誌 **19**，793 (1953).
5) 片山輝久：未発表.
6) 片山輝久：本誌，**21**，425 (1955).

肝臓の未知動物蛋白因子に関する研究—I.
ピリジン毒に対する肝中の未知 APF の効果*

富山哲夫・米 康夫
（九州大学農学部水産化学教室）

Studies on Unidentified APF in Liver—I.
Alleviative Effect of a Purified Fraction of Liver on the Toxicity of Pyridine

Tetuo TOMIYAMA and Yasuo YONE

It has been reported by DINNING[1] that the addition of vitamin B_{12} to a pyridine-containing diet improved the growth of the rats. In a previous paper[8] authors showed that the chick growth promoting effect of bovine- and bonito-liver is due to a new chick growth factor which is nearly free from vitamin B_{12} and folic acid. Therefore, we studied on the effect of the unidentified vitamin concentrate to alleviate the toxicity of pyridine. The results obtained can be summarized as follows.

1. Weekly intramuscular adminstration of the concentrate at 232 mg level which was equivalent to 17.7 g of the fresh bovine liver, improved the growth of albino rats fed a pyridine(1.5%)-diet for 12 days prior to the experiment.

2. An alleviative effect was observed when vitamin B_{12} was administered intramuscularly weekly at a 3 microgram level.

3. When a purified concentrate of the unidentified vitamin at a level equivalent to 30 g of fresh bonito liver was intramuscularly administered weekly to rats fed the pyridine (1%)-diet for a 18-day period prior to the start of the experiment, the survival time was prolonged from 4.2 days in the control to 16.5 days, and a half of the rats in the experimental group survived even after the end of the experiment, i. e., 21 days.

I 緒　言

ピリジン攝取による白鼠の生長阻害は肝抽出物或はビタミン B_{12} の投与によつて防止されることが DINNING 氏等[1]により報告されている。他方著者等[2)~7]は肝抽出物にはフェニールヒドラヂン及びプロミンによる貧血抑制成分があり，プロミン貧血抑制成分はビタミン B_{12} 及び葉酸とは異なる未知成分であること，また高空耐性能を強化する有効成分の存在することを報告した。他方また牛及びカツオ肝中の鶏雛生長促進効果は主として B_{12} 以外の新しい因子"ビタミン B_{15}"[8]によることを明かにした。依つて本研究はピリジン毒に及ぼすビタミン B_{15} 濃縮物の効果について検討した。

II 実　験　方　法

1. 試　料

ビタミン B_{15} 濃縮物及び精製物：牛或はカツオの肝粥に適量の湯及び塩酸を加えて pH 4.5 とし，50～55 °C で数時間放置した後に濾過し，濾液（肝液化物）を分取した。之に活性炭を加えて攪拌 30 分後に濾過し，活性炭を水で洗い，洗液は非吸着液と合わせた。活性炭に吸着された B_{15} 濃縮物は苛性ソーダ稀溶液（pH 9）で溶出した。また B_{15} 濃縮物を再び上記のように活性炭処理し B_{15} 精製物を得た。各試料は中和後，減圧濃縮して実験に供した。

1956 年 5 月 25 日受理

* 本研究の大要は昭和 27 年 9 月函館に於ける日本水産学会大会に於いて発表した。

ビタミン B_{12}：武田薬品工業K・K製"フレスミン"注射液（1 cc=15 μg ビタミン B_{12}）を用いた。

2. B_{15} 濃縮物の効果

1952 年 5 月 22 日及び 25 日に生れた 2 腹の♂仔 7 尾を供試した。これらの白鼠は体内のＡＰＦを消耗させるため，Table 1 の脚註に示したピリジンを 1.5 %添加した飼料（ピリジン 1.5 %飼料と略称）のみで予め 1952 年 6 月 25 日より 7 月 6 日まで飼育した。7 月 7 日に 4 区に分け，B_{15} 区に生牛肝 17.7g より得た乾物として 232 mg の B_{15} 濃縮物を，B_{12} 区には 3 μg の B_{12} を，また B_{12}+B_{15} 区には 3 μg の B_{12} と生牛肝 17.7 g より得た B_{15} 濃縮物を毎週 3 回に分けて筋肉注射し，7 月 27 日まで飼育した。

3. B_{15} 精製物の効果

1953 年 5 月 18 日に生まれた 2 腹の白鼠仔 18 尾を用い，1953 年 6 月 21 日より 7 月 8 日まで Table 2 の脚註に示したピリジンを 1 %添加した飼料を与え，7 月 9 日迄生存した 10 尾を 3 区に分けた。7 月 9 日以降は対照（A）区及び試験区にはピリジン添加飼料の給与を続行した。対照（B）区はピリジンの投与のみを中止した。また試験区には生カツオ肝 30 g より得た B_{15} 精製物を 1 週 3 回に分けて毎週筋肉注射し 8 月 30 日まで飼育した。いずれの試験も給水及び給餌は自由摂取とした。

III 結 果 及 び 考 察

1. B_{15} 濃縮物の効果

供試鼠は代々普通繁殖飼料で飼育した鼠から生まれた仔であるから，体内にＡＰＦを多量に蓄積しているだろう。依つて本研究では体内に蓄積しているＡＰＦを消耗させるために予め 12 日間ピリジン添加飼料で飼育した。生長試験の結果は Table 1 に示す通りで，B_{15} 濃縮物区，B_{12} 区及び B_{15} 濃縮物・B_{12} 併用区の生長は対照区の生長を凌駕し，約 2 倍の生長を示した。

Table 1. Growth response of pyridine-fed albino rat to vitamin B_{12} and vitamin B_{15} concentrate from bovine liver. (July 7 '52～27)

Supplements	Weekly dose of supplements. Intramuscular administration. Dry basis.	Albino rat No.	Body weight in gm. Before 12 days pyridine-feeding	Initial (July 7)	After 10 days	After 20 days	Gain in
None		501	40	66	75	79	13
		507	37	62	73	73	11
B_{15} concentrate*	232 mg	502	37	52	66	76	24
		509	34	60	58	80	20
Vitamin B_{12}**	3 μg	504	33	60	70	83	23
V. B_{12}+ B_{15} concent.	3 μg 232 mg	506	35	50	68	83	33
		510	37	61	68	79	18

* The solubilized liver was treated at pH 4.5 with activated charcoal, followed with the elution with a dilute sodium hydroxide solution at pH 9. On dry basis crude protein, 35.2 %; NaCl, 33.9 %. ** Vitamin B_{12} "Fresmin" 1cc=15 μg V. B_{12}

Rats were fed a basal pyridine-ration for 12 days before the experiment. The basal pyridine-ration was composed of sucrose 58, soybean meal 30, yeast 3, McCollum salt 2, vegetable oil 5, vitamin A 500 I. U and pyridine 1.5.

2. B_{15} 精製物の効果

この試験では予め 18 日間ピリジン添加飼料で飼育し，体内に蓄積したＡＰＦを消耗させた白鼠を用いた。また本試験ではレシチン及び各種の必須ビタミンを基本飼料に添加して B_{15} 精製物の効果をみた。試験の結果は Table 2 に示す通りで，ピリジン添加飼料のみを与えた期間が永かつたためか，対照（A）区の大部分が試験開始後 3 日内に斃死したので，生長では比較できなかつた。なおピリジン投与を中止した対照（B）区は正常生長に恢復した。他方生存日数を比較すると対照（A）区が試験開始後 1～11日内平均 4.2 日目に斃死したのに比べて，B_{15} 精製物区は 4 尾の内 2 尾が試験期間中生存し，平均 16.5 日生存した。Dinning 氏等の研究を引用すれば，以上の結果は明かに B_{15} 区分が摂取したピリジンのメチール化に関与していることを示唆している。

Table 2. Effect of vitamin B_{15} concentrate on survival of pyridine-fed albino rat.

Albino rat No.	Sex	Supplements	Weekly dose of supplements. Intramuscular administration. Dry basis	Body weight in gm. Before 18 days	Initial	After 1wk.	2wks.	3wks.	Days of survival
103	♂	None* (A)		30	45	—	—	—	1
106	♀			34	74	—	—	—	3
110	♂			36	78	—	—	—	3
113	♀			39	63	86	—	—	11
18	♂			33	68	—	—	—	3
102	♀	None**(B)		34	67	98	113	129	21
101	♂	B_{15} §	270 mg	28	58	93	—	—	8
104	♀			34	53	50	52	55	21
109	♂			34	71	74	91	103	21
116	♀			33	69	81	109	—	16

* Basal diet used was composed of sucrose 49, soybean meal 40, yeast 5, McCollum salt 3, olive oil 3, pyridine 1. niacin 3 mg, Ca-pantothenate 1 mg, V. A. 520 I. U., pyridoxine-HCl 0.3 mg, biotin 10 μg, B_1-HCl 0.4 mg, B_2 0.2 mg, folic acid 0.4 mg, V. K_3 0.1 mg, lecithine 1 g per cent diet. ** Pyridine was omitted from the basal diet after 18-day preliminary feeding of the pyridine-diet. § This was obtained by repeating twice the procedure of adsorption by charcoal and elution with dilute sodium hydroxide solution.

IV 総　　括

1. 予め 12 日間ピリジン添加飼料を与えた白鼠に生牛肝 17.7 g より得たビタミン B_{15} 濃縮物を毎週筋肉注射したところ，ピリジンの生長阻止作用を軽減した。

2. 毎週 3 μg のビタミン B_{12} 注射はピリジン毒作用を軽減した。

3. 予め 18 日間ピリジン飼料を与えた白鼠に，毎週生カツオ肝 30 g より得た B_{15} 精製物を注射したところ，斃死日数は対照の 4.2 日に対し 16.5 日を示した。また対照が 11 日内に全て斃死したのに対し，試験区は半数が 21 日の試験期間中生存した。

本研究は昭和 27 年度の文部省科学研究費で支弁した。なお動物の飼育に尽力された七井良平次郎氏に深謝の意を表わす。

文　　献

1) Dinning J. S., Keith C. K., Parsons J. T., and Day P. L., : *J. Nutr.*, **42**, 81 (1950).
2) 米　康夫，富山哲夫 : 本誌，**17**，27 (1951).
3) 米　康夫，富山哲夫 : 本誌，**17**，33 (1951).
4) 米　康夫，富山哲夫 : 本誌，**19**，649 (1953).
5) 米　康夫，富山哲夫 : 本誌，**19**，653 (1953).
6) 富山哲夫，矢吹耀男，米　康夫 : 本誌，**18**，299 (1953).
7) 富山哲夫，矢吹耀男，米　康夫 : 本誌，**18**，305 (1953).
8) Tomiyama T., and Yone Y. : *Proc. Japan Acad.*, **29**, 178 (1953).

魚介肉アクトミオシンと色素イオンの結合

右田正男・大竹茂夫
(東海区水産研究所)

Combination of Fish Actomyosin with Anionic and Cationic Dyes

Masao MIGITA and Shigeo OTAKE

Combination of fish actomyosins with an anionic dye, methyl orange, and with a cationic dye, methylene blue, was studied by equilibrium dialysis using a filter-shaped dialyser (Fig. 1).

1. The experiments revealed that actomyosins of fishes, differing from the most of grobular proteins, are capable of combining a considrable amount of the both dyes. This seems to be related to a fibrillar structure of actomyosin molecule, and to the fact that hydroxy-amino acid residues are poor in actomyosin molecule.
2. The combining ability of actomyosins varied with kind of fish, and was found in the following order :
   Horse mackerel, squid > carp, goby, for methyl orange;
   Squid, carp > young bass > horse mackerel, for methylene blue.
3. After 3 days storage at 3-5°C., the affinity for methyl orange of squid actomyosin in solution remained unchanged, while freezing of squid meat induced decrease in the binding affinity of actomyosin to methyl orange. Squid actomyosin dissoleved in 6 M urea solution lost the affinity for methyl orange, while in 1 or 3 M solution of urea it retained the affinity though it was lower than in phosphate buffer solution.

It is likely possible to follow denaturation of actomyosin by the change of combining ability with the dyestoffs.

血清アルブミンとメチルオレンジとの結合に関するKLOTZ等の一連の研究の結果，この反応には蛋白に正イオン基の存在することが必要であるが，たゞ存在するというだけでは不充分であつて，その正イオン基は色素イオンが近づきうるような位置にあり，且つ分子内結合等によつてしばられていない自由な状態になければならないと考えられている。[1)2)]

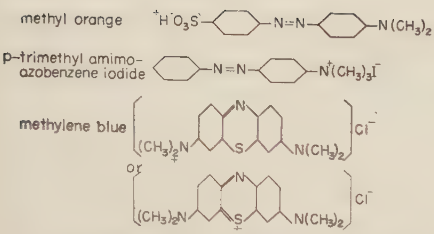
従つて蛋白とイオン性色素との反応をしらべることによつて，蛋白分子内にある近づき易い且つ自由なイオン化基の量を知ることが出来る。しかしてイオン化基は蛋白分子の最も反応性に富んだ基であつて，蛋白の性質に大きな影響を与えるものであるところにこの反応のもつ重要な意義がある。即ちこれによつて種々の蛋白の反応性を比較することが出来るし，又変性によつて蛋白分子の形に著しい変化を来すような場合には，色素イオンとの反応の変化を尺度として変性現象を研究しうる可能性もある。

われわれは魚介肉蛋白の性質の比較やその変性の研究にこの反応を利用出来ないかと考えたが，従来研究されたものは球状蛋白及び羊毛，fibrin 膜等の不溶性糸状蛋白であつて，アクトミオシンのような可溶性糸状蛋白については知られていない。そこでまず 2，3 の魚介肉を用い，(i) アクトミオシンははたして色素イオンと結合するか，(ii) 球状蛋白と異るアクトミオシンの性質から考えて，反応条件をいかにえらぶべきかを明かにすると共に，(iii) 2，3 の魚介肉蛋白の色素イオンに対する親和力を比較し，更に (iv)色素との結合反応を蛋白の変性現象の研究に利用し得るかどうかをしらべた。

アニオン色素としてはメチルオレンジ，カチオン色素としてはメチレン青を用いた。尚この外メチルオレンジに近い骨組をもつた p-trimethyl aminoazobenzene iodide を試みたが蛋白とこの色素との結合は全くみられなかつた。

結合量の測定はKLOTZ等の用いている平衡透析法 (equilibrium dialysis) によつた。即ち色素溶液と蛋白

1956年6月1日受理 東海区水産研究所業績B第240号



溶液をセロファン膜で界し，両者が平衡に達した後色素溶液の濃度を測定し，一方対照として蛋白を含まないだけでその他は同一条件とした場合の色素溶液の濃度を測定し，両者の差から蛋白と結合した色素量を算出する方法である。

実　験

透析器

予備実験によるとセロファンはかなり多量の色素を吸着するので，表面積の僅かの差もかなり大きく影響することになる。そこで表面積を一定にするため Fig. 1 に示すようなロート形の円錐の底面にセロファン紙をはりつけた透析器を試作して用いた。錐面にセロファン紙を密着させるために，底面近くの錐面を溶融したパラフィン中に極めて短時間浸漬してパラフィンを塗り，底面にセロファン紙をはり，その周辺を錐面の上におりまげ，綿糸で数回まいて固くしばる。糸のずれを防ぐために，円錐の底近くに 4～6 ケの突起をつけた (Fig. 1 の P)。糸から上の方に残つているセロファン紙を鋏で切りとり，糸及び円錐面上のセロファン紙に融点 40～50°C のパラフィンを糸によくしみこませるように塗る。更にその上に融点の高いパラフィンを 2 回塗り，綿糸の部分とセロファンの折り曲げた部分を完全にパラフィンで覆う。セロファン紙は予じめ蒸溜水で 30 分間煮沸した後別の新しい蒸溜水に一夜浸漬したものを用いた。又セロファンをピンとはるためには上記の浸漬したものを半乾きのときに用いるようにした。尙用いたセロファン紙はほゞ均質とみなし得ることは，一枚のセロファン紙から 9 個の切片を切り，夫々前記の如くして作つた透析器を用いてメチルオレンジ溶液（濃度 10×10^{-5} M/L）を溶媒に対し透析し，平衡達成後色素の濃度を測定し，信頼限界 $5.54\pm0.05\times10^{-5}$ M/L（5 %）を得たことからわかる。

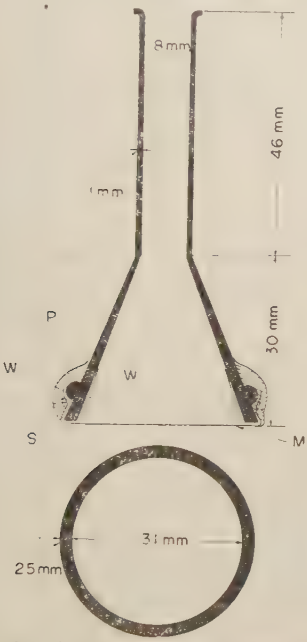


Fig. 1. Filter-shaped dialyser. P, glass pimples to hold on cotton threads; M, cellophane membrane; S, cotton thread; W, paraffin.

透析操作　透析器内に蛋白溶液 5.00 cc を入れ，これを一列の濃度の色素溶液 10.00 cc を入れた管瓶中に夫々浸し，管瓶にはゴム栓を施し，3～5°C の冷室に静置する。透析時間は 70時間[1] とした。尙管瓶底面と透析器のセロファンとが密着しないように直径 3 mm の硝子棒を三角形におりまげたものをしいてその上においた。

色素の結合量及び結合能力の比較。　平衡達成後色素溶液槽中の色素の濃度を比色定量する。（ベックマン DⅡ 型光電比色計，液層 1 cm，室温 23～27°，測定波長，メチルオレンジ燐酸塩緩衝液中では 460mμ，尿素溶液では 470mμ，メチレン青 665mμ）この濃度（〔A〕とする）は結合に与らなかつた色素の濃度である。同様にして対照（色素溶液—蛋白の溶媒系）における色素溶液の平衡濃度を〔A_0〕とすると〔A_0〕—〔A〕から蛋白と結合した色素の量がわかる。この結合量から，各種蛋白の色素に対する結合能力を比較するため色素濃度を広い範囲に亘つてかえて実験し，Klotz[1] に従い，色素濃度〔A〕（対数目盛で表はした）と蛋白窒素 1 mg 当りの色素結合量 r との関係を図示した。

蛋白試料　用いた魚はコイ，マアジ，ハゼ，ヒラメ及びスルメイカであるが，できるだけ新鮮なものを用い肉をとり，細砕し，その 20 g を 200 cc の氷冷した KCl (KCl 0.50 M, $KHCO_3$ 0.03 M, pH 7.3～7.5) で blendor を用いて 10 分間抽出し，これを 4000 回転で 20 分間遠心分離し，上澄液を氷冷蒸溜水で 10 倍にうすめ，再び遠心分離し，沈澱に 2 倍の水を加えて遠心分離し蛋白中の塩類を除く。こゝに沈澱した蛋白を燐酸塩緩衝液 ($Na_2HPO_4\cdot12H_2O$, 0.36 M; KH_2PO_4, 0.06M; pH 7.4)に溶解して遠心分離し上澄液を測定試料とした。この試料蛋白はその溶解度からみてアクトミオシンに属するものであるが，魚種によつて夫々特異性をもつた複雑なものと考えられる。試料をとかすのに燐酸塩緩衝液を用いたのは Klotz のアルブミンについての結果では燐酸イオンは色素と蛋白の結合を妨げることがもつとも少いとされているからで

ある。[3)]

尚透析に長時間を要するので，その間に蛋白の変性することを考えに入れねばならないが，コイについては 5°C 附近の冷室及び 20°C 附近の室温で本実験を行つても，またイカについては後記のように試料溶液を 3 日間低温に放置したものについても色素結合量に差が認められなかつた。

実験結果及び考察

1. 魚介肉アクトミオシンと色素イオンの結合

魚介肉アクトミオシンがどの程度色素と結合し得るか，また魚種によつて結合能力が如何に変るかを，メチルオレンジ及びメチレン青についてしらべ，Fig. 2 a, b 及び Fig. 3 に示す結果を得た。供試魚の種類及び経歴は次のようである。

Table 1. Fishes used in the experiments.

Name of fish		No. of figure	State of sample	Place of sampling	Date
スルメイカ Squid	(*Ommastrephes sloani pacificus*)	Fig. 2a (1)	Survived	Manazuru	10, Sept. '53
〃	〃	Fig. 2a (2)	〃	〃	3, Jul. '54
マアジ Horse mackerel	(*Trachurus trachurus*)	Fig. 2b	Few hours after death	〃	7, Jun. '54
コイ Carp	(*Cyprinus carpio*)	〃	Survived	Tokyo	14, Jul. '54
ハゼ Goby	(*Acanthogobius flavimanus*)	〃	〃	Tokyo Bay	9, Sept. '54
コイ Carp		Fig. 3	〃	Tokyo	15, Jul. '54
スルメイカ Squid		〃	〃	Manazuru	10, Sept. '54
セイゴ Young bass	(*Lateolabrax japonicus*)	〃	〃	Tokyo	9, Nov. '54
マアジ Horse mackerel		〃	Few hours after death	Manazuru	, Jun. '55

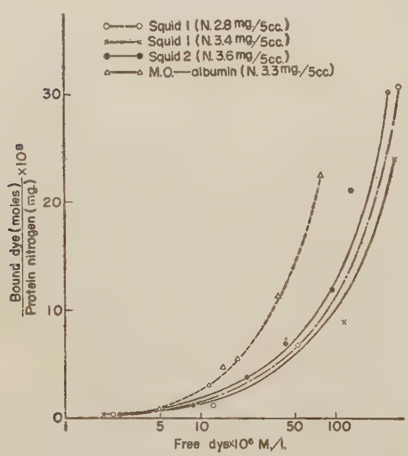


Fig. 2. a Binding of methyl orange by squid actomyosin and bovine serum albumin in phosphate buffer at pH 7.4.

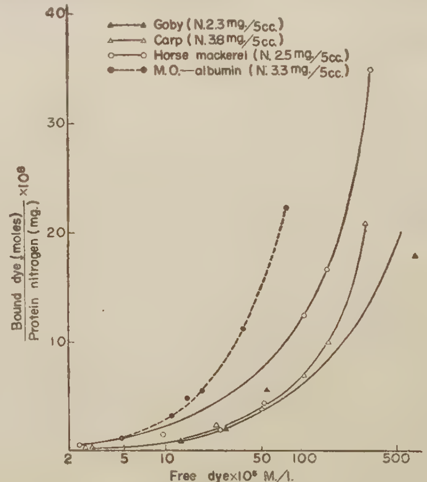


Fig. 2. b Binding of methyl orange by actomyosins of horse mackerel, carp, goby and bovine serum albumin in phosophate buffer at pH 7.4.

Klotz[4)] の試みた約 15 種の球状蛋白の中， 7 に近い pH でメチルオレンジと結合したものは血清アルブミンと β-ラクトクロブリンのみで，カチオン色素と結合したものは殆んどないといわれるが，Fig. 2 及び 3 に見られるように，用いた魚肉及びイカ肉アクトミオシンは多くの球状蛋白と異り明かにメチルオレン

ジともメチレン青とも結合する。血清アルブミンの場合に比べるとメチルオレンジとの結合は少いが，明かに結合は認められる。一方血清アルブミンとメチレン青との結合はごく少いが，アジ以外の供試魚肉アクトミオシンはメチルオレンジと同じ程度或いはそれ以上の結合を示している。

球状蛋白はその構造からいつて糸状蛋白よりも表面が小さく且つ分子内結合をおこし得る機会が多い。従つてそれだけ色素との結合の機会は少いわけである。アクトミオシンがメチルオレンジ及びメチレン青の何れとも結合し得るのは糸状の構造をもつていることもその原因の一つと考えられる。糸状蛋白である羊毛[5]及び fibrin[6] 膜がカチオン色素ともアニオン色素とも結合する事実[7]はこの考えと一致する。

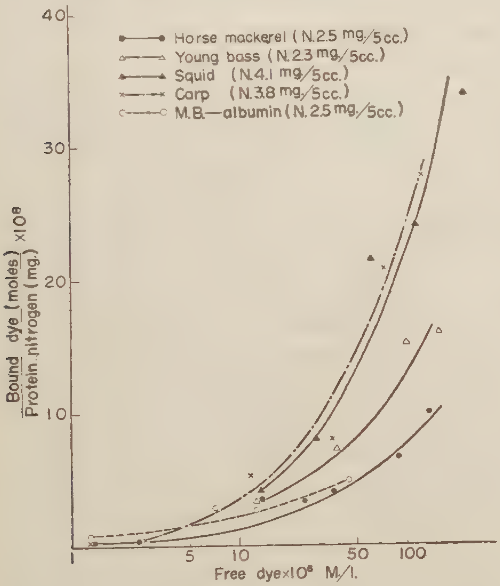


Fig. 3. Binding of methylene blue by actomyosins of carp, squid, young bass, horse mackerel and bovine serum albumin in phosphate buffer at pH 7.4.

次に考えられる原因はアクトミオシンと Klotz 等の用いた球状蛋白との極性アミノ酸残基の組成の相異である。Klotz[8] 等は γ-グロブリンがきわめて多量のリジン，アルギニン，ヒスチヂンを含んでいながらメチルオレンジと結合しないのは hydroxyamino 酸残基が多いのでカチオン基はこの OH 基と分子内結合をしているためではないかといつている。更に又用いた蛋白のすべてがカチオン色素と結合し難いのは，この OH 基が酸性アミノ酸残基の COO^- と特に強い水素結合を作るためではないかとも想像している。アクトミオシンが血清アルブミン，γ-グロブリン等と異り COO^- 基に比し OH 基の少いという事実(Table 2)は Klotz の仮説からいつてもアクトミオシンがメチレン青と結合しうることゝ関係があるように思われる。

次に魚種別による色素結合力の差については，試料魚の生前死後の条件の相異，個体差等を考えねばならぬので一般的にいうことは勿論出来ないが，この実験の結果については Fig. 2, a, b と Fig. 3 から大体次の関係がうかがえる。

メチルオレンジに対し，アジ，イカ＞コイ，ハゼ

メチレン青に対し，　　イカ，コイ＞セイゴ＞アジ

Table 2. Polar amino acid composition of some proteins.[8]

Protein	Sum of hydroxy side chains	Sum of carboxyl side chains	Sum of cationic side chains
	(Based on weight 10⁵g. for each protein.)		
Bovine albumin	128	133	145
β-Lactoglobulin	118	141	105
γ-Globulin	216	67	99
Insulin	150	63	72
Myosin[9]	97	132	121

尚 Fig. 2a は異る時期にえられたスルメイカについてメチルオレンジに対する結合力が大差ないことを示している。

2. 蛋白の変性と色素結合力の変化

色素との結合反応を蛋白の変性現象をしらべる尺度として用いうるか否かをみるため，ごく新鮮なスルメイカ（東京中央市場で入手）からとつた肉を用い，（i）直ちに抽出したアクトミオシン，(ii)（i）の抽出液を 3～5°C に 3 日間放置したもの*，(iii) 燐酸塩緩衝溶液のかわりに夫々 1，3，6 M の尿素溶液にとかしたもの，(iv) 肉を直ちに急速に凍結して 1 日放置後抽出したアクトミオシンについてメチルオレンジの結合をしらべ Fig. 4 及び 5 の結果を得た。

* この際沈澱の生成はみられなかつた。

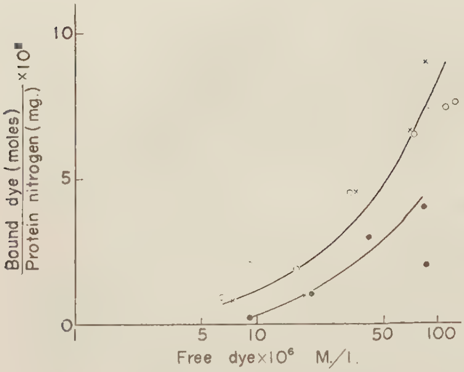


Fig. 4. Binding of methyl orange by squid actomyosin in phosphate buffer at pH 7.4.
×—actomyosin extracted from fresh muscle,
●—actomyosin extracted from frozen muscle,
○—actomyosin stored for 3 days at 3〜5°C. in solution.

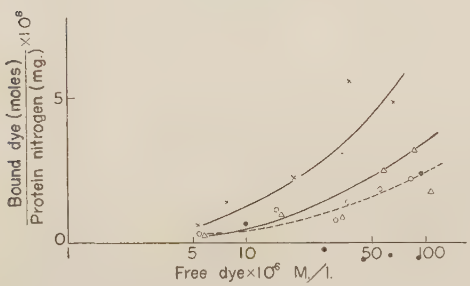


Fig. 5. Binding of methyl orange by squid actomyosin in phosphate buffer at pH 7.4 and in urea solutions at pH 7.8.
×—phosphate buffer (N. 3.5mg./5cc.)
●—6 M urea (N. 3.5mg./5cc.)
△—3 M urea (N. 3.5mg./5cc.)
○…1 M urea (N. 3.5mg./5cc.)

即ち溶液状のアクトミオシンは放置によつてメチルオレンジに対する結合力はかわらないが，尿素処理によつては 1 及び 3M では結合力を減じ，更に 6M では全く結合がみられず，肉を凍結すれば抽出される蛋白の結合力は減ることがわかる。筋肉の凍結により塩溶性蛋白の減少することはよく知られている事実であるが，この実験によつて単に塩溶性蛋白の量が減少するだけでなく，その性質も少くともメチルオレンジとの結合に関する限りはちがつてくることがわかる。

反応の本質については不明の点の方が多いが，とにかく蛋白の変性を現象的に追う尺度として色素との結合反応を利用し得る可能性はあると思う。

摘　　要

透析平衡法によつて魚介肉アクトミオシンとアニオン色素メチルオレンジ及びカチオン色素メチレン青との結合をしらべた。

1. 透析のさい膜の面積を一定にするため Fig.1 のようなロート形透析器を考案した。

2. 魚介肉（アジ，コイ，ハゼ，セイゴ，スルメイカ）アクトミオシンは多くの球状蛋白と異り，メチルオレンジともメチレン青ともよく結合する。これはアクトミオシンが糸状の構造をもつていること，及び OH を含むアミノ酸残基の比較的少いこと（Table 2）と関係があるらしい。

3. 魚種によつて結合力に差がみられる。メチルオレンジに対しては，アジ，イカ>コイ，ハゼ，メチレン青に対しては　イカ，コイ>セイゴ>アジの順となつた。

4. イカ肉アクトミオシンの溶液は 3 日間 3〜5°C に放置してもメチルオレンジの結合量は変らぬ。アクトミオシンを尿素溶液にとかすと，1 及び 3M では結合量を減じ 6M では全く結合しない。又凍結した肉から抽出したアクトミオシンも結合量が減る。即ち色素との反応によつて蛋白の変性を現象的に追うことが出来そうである。

文　　献

1) I.M. Klotz, F. M. Walker, and R.B. Pivan : *J. Am. Chem. Soc.* **68**, 1486 (1946).

2) N. Neurath and K. Bailey : "The Proteins" Vol. I. Part B, Academic Press Inc., Publishers New York, (1953), p. 773—789.

3) I.M. Klotz and J.M. Urquhart : *J. Phys. and Colloid. chem.* **53**, 100 (1949).

4) I.M. Klotz and J.M. Urquhart : *J. Am. Chem. Soc.* **71**, 1597 (1949).

5) N. Neurath K. Bailey : "The Proteins" Vol. I. Part B, (1953), p. 770.

6) M.L. Anson, K. Bailey and J.T. Edsall : "Advances in Protein Chemistry" Vol. Ⅳ Academic Press Inc., Publishers New York, N.Y. (1948), p. 70.

7) N. Neurath and K. Bailey : "The Proteins" Vol. I. Part B, (1953), p.788.

8) ——— ; ibid., p. 789

9) F. Haurowitz : "Chemitry and Biology of proteins" Academic press Inc., Publishers New York, (1950), p. 32.

カマボコの顕微鏡観察

岡田　稔・右田正男
(東海区水産研究所)

Photomicrographic Examination of Fish Meat Jelly

Minoru OKADA and Masao MIGITA

"Kamaboko", one of the most favorite fish meat products in Japan, is a sort of jelly which is prepared by grinding fish meat with some salt into a paste, and then steaming or broiling it. Sometimes starch is added to the meat in order to enhance jelly strength.

Some 60 samples of the products with high jelly strength were examined under a microscope. The majority of them were observed to possess porous or network structures (Figs. 1 and 2). This has led us to an opinion that network structure not only of colloidal dimension, but also of microscopical one may have something to do with the elastic property of "Kamaboko", though an assumption that elasticity of gel is due to the presence of network structure of colloidal dimension has been accepted in general.

No significiant difference in the microscopical structures was evident among the jelly products prepared from various kinds of fish, nor seemed to be dependent on heating methods.

When starch had been added to starting materials, the greater portion of it was found existing in the jelly as granules, despite their being gelatinized (Figs. 4 and 5), while the minor part was found here and there as amylose aggregates (Fig. 9). Though starch granules in the jelly were seen gelatinized, they were but a little greater than those of native starch and much smaller than those gelatinized in water (Figs. 6 and 7).

カマボコは弾力のある歯切れのよい独得の食味をもつている。一般にゼリーの弾性は，それを構成している粒子，又は分子がからみあつて形成している次元の網状構造の存在を仮定することによつて説明されており，事実寒天ゼリーでは電子顕微鏡観察によつて網状構造の存在が証明されている。[1] カマボコの弾性（所謂「足」）も肉蛋白分子が互いに連絡して網状構造を形成していることによるのであろうと従来から想像されているが[2]，まだ直接的な証明は与えられていない。カマボコを裂いてみると，一種の網状構造のものが破ぶれていくような様子がみられる。即ちカマボコは分子又はコロイドの次元ばかりでなく，巨視的にも網状構造をもつているようにみえる。また澱粉を混和してカマボコの足の補強を図ることは，カマボコ業者が日常行つている操作であるが，この場合澱粉はどのような形態でカマボコの足の補強に関与しているのであろうか。このような疑問を解決するには，まずカマボコの組織を直接見てみることが第一と考え，とりあえず普通の光学顕微鏡を使つて観察を行つた。

実験方法

試料： 昭和 29 年度及び 30 年度全国蒲鉾品評会に出品された全国各地のカマボコの中から，約 60 点を抜き出して試料とした。澱粉混和の有無によつて分けると，約6割が無澱粉カマボコで，残り4割は澱粉を含有していた。また加熱方法からすれば，蒸しカマボコが7割，残りは焼抜カマボコ，焼竹輪等焙焼したものであつた。

切片の作製： 試料は入手後直ちに細切して 50 %アルコールに浸漬，そのまゝ貯蔵した。固定前後の観察及び未処理試料から作つた切片を 50 %アルコールに浸漬した結果から，アルコール固定により組織に大きな変化が起きる危険性は認め難い。切片作製には固定試料を流水で1晩浸漬してアルコールを除き，凍結

1956 年5月 30 日受理　東海区水産研究所業績B第 239 号

ミクロトームを使つて約 10 μ の薄片とした。凍結ミクロトームを使用するため，組織に二次的な変化が起る可能性も考えられるが，凍結が極めて急速に行われかつ凍結時間がごく短いので，凍結の影響はあつても小さいものと思われる。なお澱粉を含む試料は，脱アルコール後ゼラチン包埋[3]を行つてから切片を作製した場合もある。

検鏡： カマボコは殆ど筋肉蛋白から出来上つているものゆえ，切片は所謂組織染色を行わずにそのまゝ位相差顕微鏡で観察した。尚，本論文にかゝげた顕微鏡写真は Fig. 9 を除きすべて同じ倍率（約 170 倍）で，Fig. 8 のスケール1目盛は 0.01 mm に相当する。

実験結果及び考察

I. 無澱粉カマボコ

無澱粉カマボコの組織をFigs. 1～3 に示す。図に掲げた試料の産地・種類・原料魚は次の通りである。

写真番号	産地	種類	原料魚
1 a	新潟	蒸しカマボコ	スケトウ
1 b	宇部	焼竹輪	エソ
1 c	焼津	蒸しカマボコ	グチ
1 d	大阪	焼抜カマボコ	グチ
2 a	福岡	蒸しカマボコ	エソ＋グチ
2 b	仙崎	焼抜カマボコ	エソ
3 a	長崎	蒸しカマボコ	エソ＋グチ
3 b	新潟	焼抜カマボコ	スケトウ

無澱粉カマボコの組織は3つの型に分類される。

I. 多孔質な構造を示すもの………Fig. 1

II. きわめてはつきりした網状構造を示すもの………Fig. 2

III. はつきりした構造の認められぬもの………Fig. 3

検鏡した無澱粉カマボコの8割が第I型に属し，Fig. 1 a, b, c に示されるような多孔質構造をもつていた。またはつきりした網状構造を示す第II型（Fig. 2），はつきりした構造の認められない第III型（Fig. 3）は，それぞれ供試料の1割づゝを占めていた。

カマボコの組織は，一応以上の3つの型に分類されるが，その変形，それぞれの中間形と考えられる例も多数ある。多孔質構造をもつ第I型に属するものにも孔の分布，大小にいろいろな場合が見られ，大きな孔が粗く分布するものもある（Fig. 1 d）。試料によつては，同一切片中に小さな孔が細かく分布している部分と大きな孔が粗く分布している部分が隣りあつているのも観察された。

Fig. 2 a に示したレース織のようにはつきりした網状構造も精しくみると1つの網目の中に更に小さな次元の網状構造が存在していることが認められる。普通の光学顕微鏡の可視領域で，このようにきれいな網状構造が認められることは非常に興味深いものである。Fig. 2 b では Fig. 1 d と同様大きな孔が粗く分布しているが，よく観察すると肉の部分に小さな次元の網状構造が認められる。

Fig. 3 b ははつきりした構造の認められない Fig. 3 a に一見似ているが，注意してみるとやはり細かな網状構造をもつている。また，この試料の他の切片では多孔質構造が認められた。

このように，同一試料でも切片をとる部分によつて組織がちがつている場合もあることからみれば，原料魚種，加熱方法の違いによる組織の相違に一貫した傾向がつかみえないのも無理ではなかろう。実例をあげると同じ種類の魚を原料とし，殆ど同じような製造方法をとつていると思われる紀州田辺のナンバン焼3点を検査したところ，足の強さはほゞ同じであるにも拘わらず，その組織はそれぞれ全く違つており，前記の3つの型は分類された。また，同一製作者のつくつた同種の製品を2年つづけて調べたが，年により製品の組織は違つていた。

ゲルの弾性理論では，ゲルの弾性を微細な網状構造の存在によるものとしている。この実験に使つた無澱粉カマボコは，審査会で足の成績が 10 点満点で8点以上の極めて優秀な製品のみであつて，残念ながら，無澱粉カマボコで足の弱い試料を入手出来なかつた。このため足の強弱による組織の相違をみることが出来

ず，断定的なことがいえないが，このような極めて足の強いカマボコの多くに巨視的な多孔質構造又は網状構造が認められた事実と，スポンジのような多孔質構造のものが弾性をもつている事実とを考え合せると，観察されたこれら構造がカマボコの足と密接な関係をもつているように思われる。しかしカマボコの足は，本実験でみられるような巨視的な構造だけではなくもつと微視的な構造にもよつていることは当然考えねばならない。なおカマボコの足が原料魚の種類，例えばエソ，グチによつて違つていることはよく知られたことであるが，このような差は本実験では認めることが出来ず，もつと微視的次元での観察の必要が感ぜられ，このためにはさらに電子顕微鏡などを用いて精しく観察することが望ましい。

II．澱粉入カマボコ

ヨード反応によつて澱粉の検出を行つてみると，混和された澱粉はカマボコ中で大部分が粒のまゝで存在していることが判つた。これは加えられた澱粉が小麦澱粉の場合（Fig. 4）でも，馬鈴薯澱粉の場合（Fig. 5）でも同じである。しかもこの澱粉粒は，切片を水に浮遊させている間に簡単に脱落してしまう。このため切片を検鏡すると澱粉粒の抜けてしまつた後（Fig. 4 a）が，丁度無澱粉カマボコの多孔質構造にみられる空隙によく似ている。試料を予めゼラチン包埋処理[3]を行えば澱粉粒は脱落しがたくなるが，肉部の細かい構造が見られなくなる欠点がある（Fig. 4 b）。

カマボコ中の澱粉粒は，内部にヒビが入つていたり，内容物が抜けていたりしているものが多く，又偏光顕微鏡で見ても，複屈折を示さない。たまたま内部が加熱不足な製品を入手することが出来たが，充分な加熱をうけている表面近くでは，澱粉粒（又はこれが脱落してしまつた孔）が非常に崩れた形をしている（Fig. 5 a）のに対し，カマボコの中心近くにある澱粉粒はきれいなダエン形で，生澱粉粒とほゞ同じ形をしている（Fig. 5 b）。澱粉粒の形ばかりでなく，複屈折性を調べると表面近くの澱粉粒では認めることは出来ないが，中心部の澱粉粒ははつきりした黒十字を示し明かに糊化していない。このように，カマボコ中では充分に加熱され，糊化していると判断される場合でも，澱粉は粒のまゝで存在していることが判る。しかも，このカマボコ中で糊化している澱粉粒は種類にかゝわらず，生澱粉（Fig. 6 a，7 a）とほぼ同じか，やゝ大きい程度で，水中で加熱糊化した澱粉粒（Fig. 6 b，7 b）のように数十倍も膨潤することはない。これはカマボコ中では澱粉粒が十分膨潤するのに必要な水が供給されないためとも考えられるし，また肉蛋白の凝固は45°度あたりから始まるのに，澱粉の糊化温度は 60° 度以上であることから，粒の周囲の肉蛋白が凝固してしまつてから澱粉の糊化がおきるので自由に膨潤出来ないためとも考えられる。

位相差顕微鏡で観察している時でははつきりしなかつたが，普通顕微鏡で観察すると前にのべた澱粉粒のほかにヨードで肉が紫色に染色されているのがみられる。しかし肉のこの部分を精査（約670倍）すると，肉中にこい青色のごく小さな粒子が散在しており，肉蛋白部がヨードで染色されているのではない（Fig. 9）。澱粉が水中で糊化する場合，澱粉粒が膨潤するとともにヨードでこい青色に染まるアミロースが粒外に出てくること，及びアミロースは非常に凝集しやすい性質をもつことを考え合せると，この肉中に散在しているヨードで青色に染まる小粒は糊化のさい澱粉粒から出てきたアミロースが凝集したものであろう。尤も溶解しているアミロースはアルコールやヨードにより容易に凝集沈澱する性質もあるので，小粒はもともと肉中に均一に分散しているアミロースが人為的に凝集して出来たとも考えられる。

このように本実験の観察では，混和された澱粉の大部分は澱粉粒，一部はアミロース凝集体と思われる小粒として検出され，従来想像されていたような糊化した澱粉が肉中に均一に分散して肉蛋白分子をつなぎあわせることによつて足の補強に与つているという仮説とは全く違つている。澱粉がこのように肉中に大部分粒として存在しながら，足の補強効果を示すという事は極めて興味ある問題で，この知見をもとにして今後澱粉の足の補強効果について研究を進めて行きたい。

要　　約

1. 全国蒲鉾品評会に出品された全国各地のカマボコ約 60 点について顕微鏡観察を行つた。

2. 無澱粉カマボコは大部分多孔質又は網状構造をもつており，これら構造の存在とカマボコの足には密接な関係があると考えられる。

3. 原料魚の種類，加熱方法の相違によるカマボコ組織の差にははつきりした傾向は見られず，同一魚種，同一加熱方法を用いた製品でもちがつた組織をしめすことがある。

4. カマボコに混和されている澱粉は，大部分澱粉粒の形を保つたまゝで存在し，一部アミロース凝集体として肉中に散在して検出された。

5. カマボコ中の澱粉粒の大さは，それが糊化していても生澱粉よりもやゝ大きい程度である。

終りに，試料採取に御便宜を与えて下さつた京都大学清水亘教授，全国水産煉製品協会柴信一氏にあつく御礼申上げる。

文　　献

1） 勝浦嘉久次： 工化 **56**，773 (1953).

2） 清 水　亘： 蒲鉾便覧 p. 54，全国水産煉製品協会（東京），(1954).

3） 緒方知三郎： 病理組織顕微鏡標本の作り方手ほどき p. 106，南山堂（東京），(1954).

Plate I

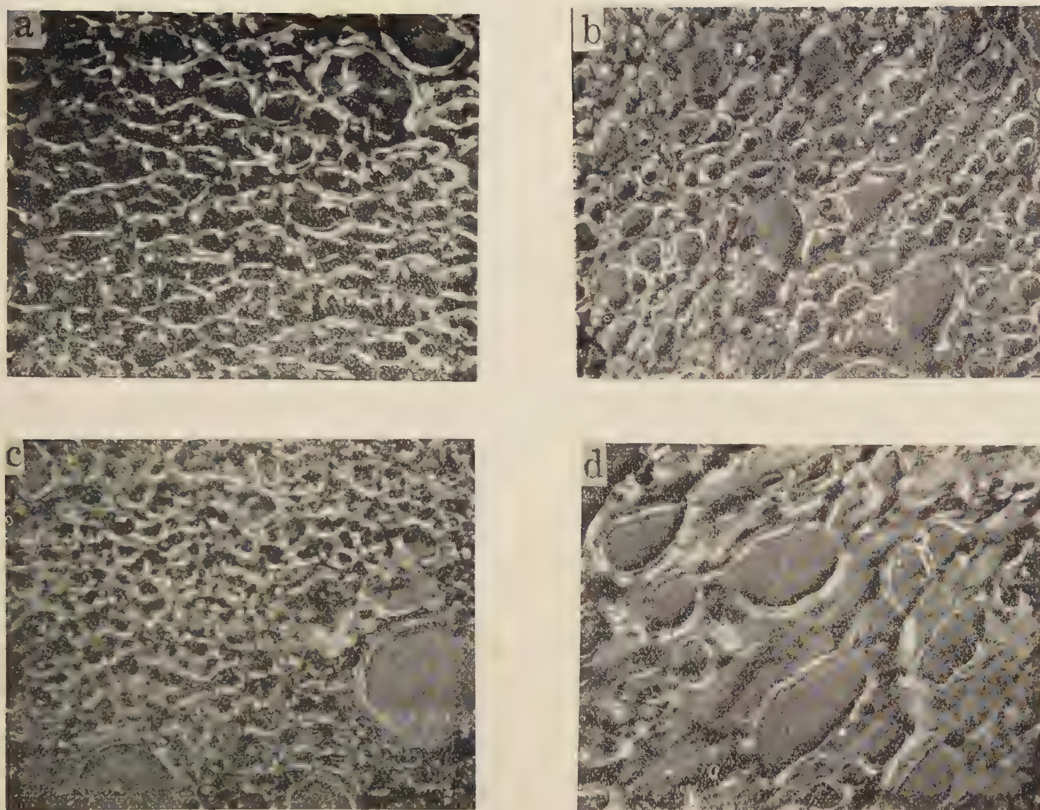


Fig. 1. Porous structure of "Kamaboko". (No starch contained).
多孔質構造（無澱粉カマボコ）.

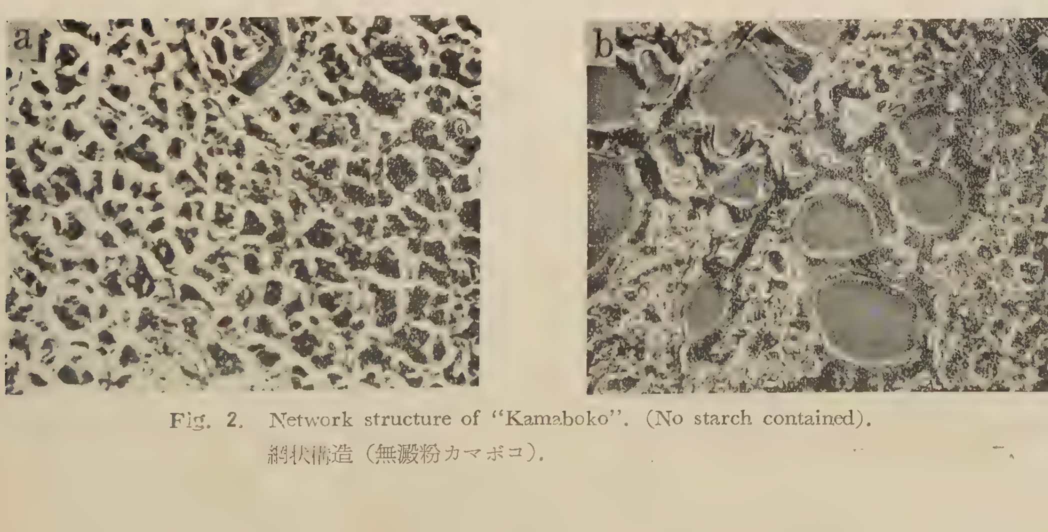


Fig. 2. Network structure of "Kamaboko". (No starch contained).
網状構造（無澱粉カマボコ）.

Plate II

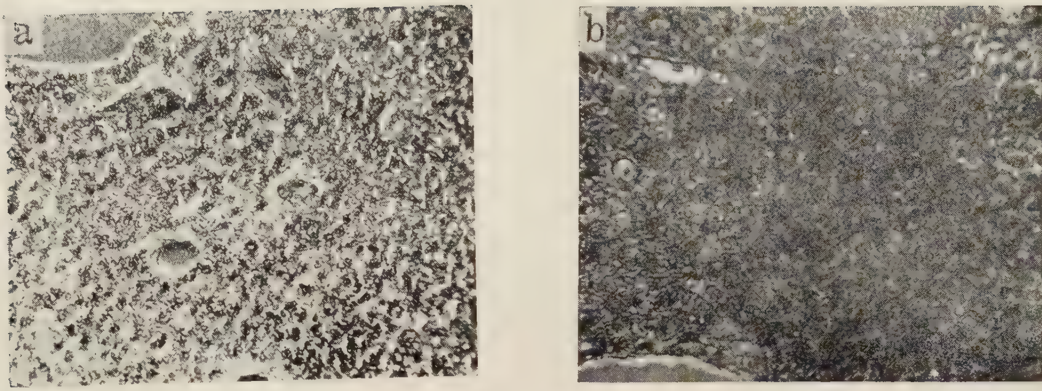


Fig. 3. Indistinctive structure of "Kamaboko". (No starch contained).
はつきりしない構造（無澱粉カマボコ）.

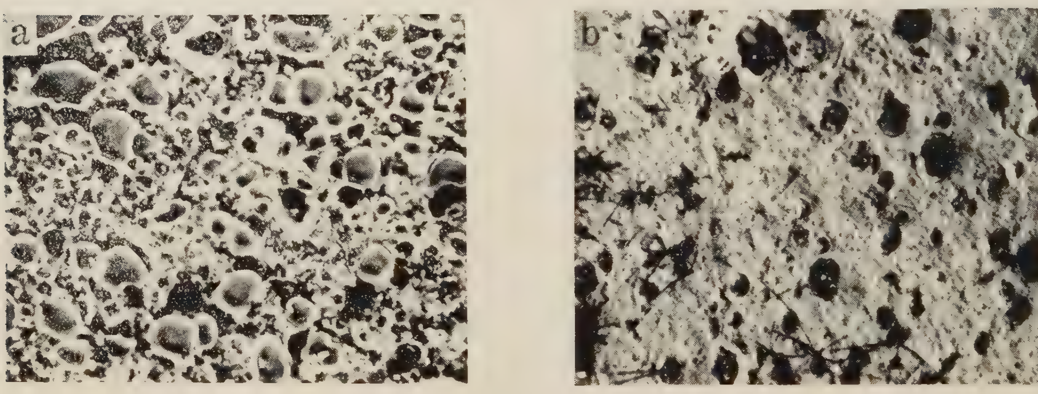


Fig. 4. Wheat starch in "Kamaboko". 小麦澱粉入カマボコ.
a ; Pores produced by falling off starch granules. 未処理（澱粉粒脱落）.
b ; Starch granules fixed by gelatin and stained with iodine solution.
ゼラチン処理（黒粒が澱粉粒）.

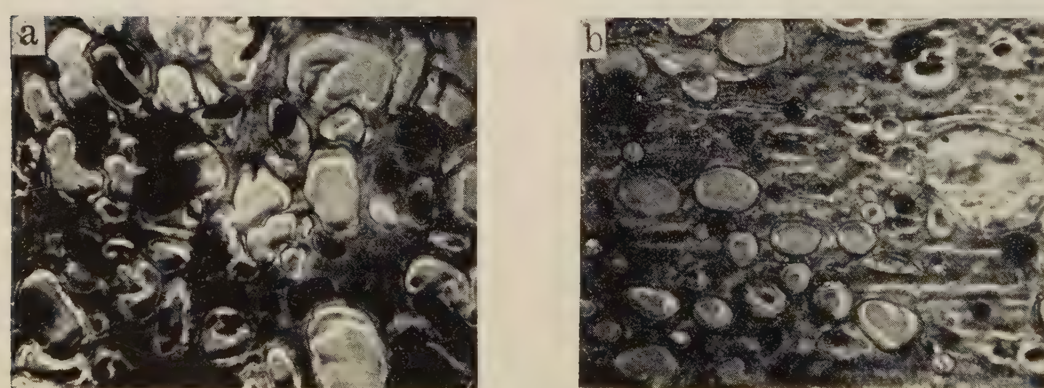
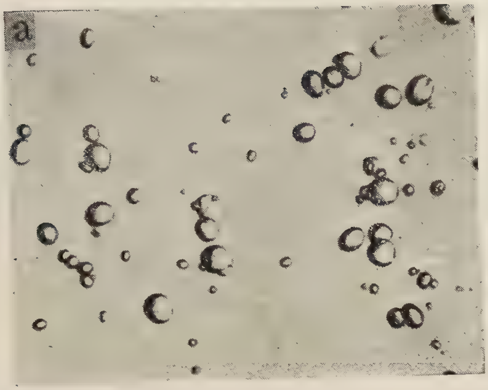


Fig. 5. Potato starch in "Kamaboko". 馬鈴薯澱粉入カマボコ（内部加熱不足）.
a ; Gelatinized. カマボコ表面（澱粉粒糊化）.
b ; Ungelatinized. カマボコ内部（澱粉粒未糊化）.

Plate Ⅲ



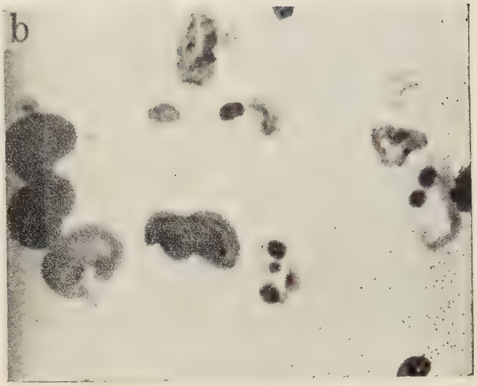


Fig. 6. Wheat starch. 小麦澱粉
a ; Native. 生澱粉
b ; Gelatinized in water. 水中で糊化した澱粉.



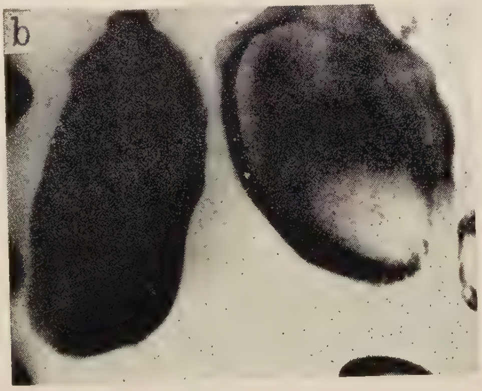


Fig. 7. Potato starch. 馬鈴薯澱粉.
a ; Native. 生澱粉.
b ; Gelatinized in water. 水中で糊化した澱粉.

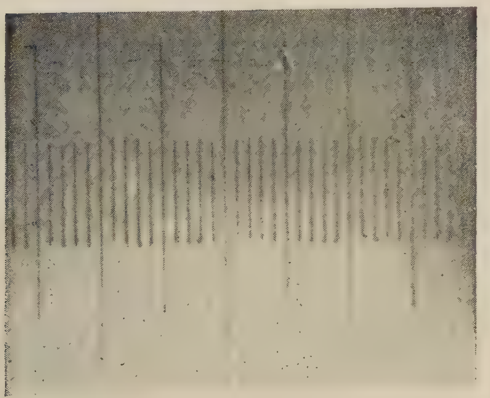


Fig. 8. Scale (0.01 mm.). ×167.
The same scale was used in
Figs. 1-7. 倍率. 最小目盛が 0.01mm.

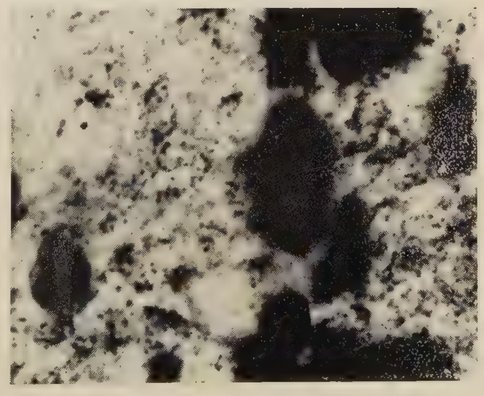


Fig. 9. Amylose aggregates in
"Kamaboko". ×670.
カマボコ中のアミロース凝集体(小粒).
(大粒は澱粉粒).

水産煉製品の腐敗に関する研究―Ⅷ. 市販澱粉の微生物学的研究（その2）

木俣正夫・曽々木淑子
（京都大学農学部水産微生物学研究室）

Studies on the Spoilage of "Kamaboko"―Ⅷ. Microbiological Studies of Refined Starch on the Market (2)

Masao Kimata and Toshiko Sosogi

In the previous paper(1), it has been reported that the degree of the bacterial contamination of potato and sweet potato starches was independent of the grade which was decided by physical and chemical natures, and that, in anyone of the starches examined, ca, 10,000～50,000 of bacterial spores per gram were found to exist.

The present paper deals with bacterial examination on wheat starches, as the special grade, sold from several makers.

Results obtained are as shown in Tables 1～3.

In anyone of the starches examined, bacterial content per gram is less than 2,000 (Table 1). And about one half of the total bacterial cells present in the starches seem to be bacterial spores (from Table 2). It is known that storage of starch results in a lowering of the content of bacteria. However, as this reduction in bacterial content is considered to be due to the death of vegetative cells, the conetnt of bacterial spores may be almost invariable during storage. That is to say, it is suggested that wheat starches sold as the special grade, almost always contain about 500～1,000 of bacterial spores per gram.

From the Table 3, it is clear that more than one half of the spores present in wheat starches are those of *Bacillus subtilis* and several percent are those of *Bacillus pumilus*.

さきの研究[1]において，市販澱粉は種類の差異及び等級の如何に拘らず 1g中に約10,000～50,000 の細菌の胞子を含有し，物理学的及び化学的品質の良否は澱粉の微生物学的汚染度の指標にはならないことを確かめるとともにカマボコ内部における腐敗は主として副原料として添加される澱粉に由来する細菌によつて生ぜしめられるのであつて，使用澱粉の微生物学的汚染度が製品の保蔵力に重大な影響を及ぼすことを明かにした。又横関及び大島[2]も略々同様の事実を報告した。しかしこれらはいずれも，いも澱粉についての研究結果である。

小麦澱粉はいも澱粉と同様に広くカマボコ製造に用いられている（特に関西地方ではこれが主である）が，小麦澱粉の微生物学的汚染度，存在する微生物の種類，性質等についての知見は皆無である。

これまで小麦粉についての微生物学的研究は既に多数報告されているが，これらの研究結果から小麦澱粉を推量することは困難である。小麦澱粉と小麦粉とでは製造過程が異なるから，従つて微生物相もかなり相違するのではないかと予想される。又いも澱粉の研究結果を小麦澱粉に応用できないことも当然のことである。

仍て本研究においては特に小麦澱粉を対象として追求したのでその結果を茲に報告する。

現在カマボコ製造に使用されている小麦澱粉の大部分はグルタミン酸ソーダ製造の際に副産物として製出されたものであつて，主として味の素，旭味及び味日本の各調味料製造会社より販売されている製品である。従つてこの実験においてはこれらの三会社の製品を対象とし，通常カマボコ製造に用いられる特級品と称せられているものを試料に供した。

1956年5月9日受理
* 研究費の一部は文部省科学研究費（綜合）による（主任清水亘教授）。

実験及び考察

先ずさきの第Ⅷ報[1]の実験1と全く同様の方法によつて澱粉中に存在する細菌数を測定し，Table 1 に示すような結果を得た。

Table 1. The content of bacteria per g of several kinds of wheat starch.

Sample	A	B	C	D
Number of bacteira	1,300	1,100	1,200	1,900

即ちいずれも 1g 中の細菌数は 2,000 以下であつた。次に澱粉中に存在する細菌の種別を明かにする目的で第Ⅷ報[1]の実験2と全く同様の方法を用いて実験を行い，Table 2 に示すような結果を得た。

Table 2. The strains of the bacteria isolated from a definite weight of several kinds of wheat starch.

Sample	A	B	C	D	Total
Spore forming rods	15	11	20	19	65
Non spore forming rods	5	15	20	17	57
Cocci	6	4	2	3	15
Total	26	30	42	39	137

即ち小麦澱粉中に存在する全細菌数の約半数は有胞子細菌なることが確認された。従つてこの結果と Table 1 に示した結果とから小麦澱粉 1g 中に存在する細菌胞子数は大凡そ 500～1,000 位であると想像される。この値はいも澱粉における値に比して非常に小さい。即ち小麦澱粉はいも澱粉よりも微生物学的にかなり清潔なことがわかる。

一般に穀粉中に存在する細菌は穀粉の貯蔵期間に伴い減少する(勿論この減少する割合は，貯蔵温度及び穀粉の水分含有量によつて異なる[(4)]）が，この減少する細菌は主として無胞子細菌である*。茲に用いられた試料は製造後の経過時間（貯蔵期間）が不明であるから，ここに得られた数値から一般に小麦澱粉の無胞子細菌の含有量を推論することはできない。しかし細菌胞子は極めて長期間生存でき澱粉の貯蔵期間中に死滅するものは極めて少いと考えられるから，茲に得られた数値を以て，一般に小麦澱粉中に存在する細菌の胞子数を推定し，1g 中の細菌の胞子数を前述のように 500～1,000 位と考えても大きな誤りはないであろう。

更に茲に分離された 65 株の有胞子細菌全部について形態学的，培養学的，生理学的等の菌学的諸性質を常法によつて研究し，Bergey の方法[3]によつて分類した。

Table 3 はこの結果を示したものであつて *Bacillus* 6種に分類し得られた。

B. subtilis はいずれの試料中にも極めて多数に，*B. pumilus* は少数ではあるが常に存在し，他は或る特定会社の製品のみに存在することをこの表は示している。即ちこの結果から一般に小麦澱粉中に存在する細菌胞子の大半以上は *B. subtilis* であり，これよりはるかに少数ではあるが，*B. pumilus* が常存す

* 著者の研究によれば特殊の操作を施さずそのまま室内で貯蔵された馬鈴薯澱粉（貯蔵期間，自 1954 年6月至 1956 年3月）及び小麦澱粉（貯蔵期間，1955 年7月至 1956 年3月）の貯蔵前後における細菌数は次表の通りである。いずれも試料の製造期日は不明である。

試料 1g 中の細菌数

	馬鈴薯澱粉		小麦澱粉(試料1)		小麦澱粉(試料2)	
	貯蔵前	貯蔵後	貯蔵前	貯蔵後	貯蔵前	貯蔵後
有胞子細菌	11,800	8,200	750	750	580	500
無胞子細菌	108,200	2,100	550	100	620	240
計	120,000	10,300	1,300	850	1,200	800

ることが推定される。これは小麦粉の場合[4]において細菌胞子の大多数が *B. mesentericus* group であるという事実と全く一致し（*B. mesentericus* は現在[3] *B. subtilis* と同一菌種として分類されている），小麦澱粉中に存在するこの細菌は恐らく原料小麦から由来したものと推定してもよいであろう。他はいずれも土壌中等自然界に広く分布している細菌である（特に *B. cylindircus* は高熱細菌であるとはいえ）から，恐らくこれらの細菌も亦原料小麦から由来したものと考えられる。

Table 3. The kind of the spore forming bacteria isolated from a definite weight of several kinds of wheat starch.

Sample	A	B	C	D	Total
Bacillus subtilis	12	6	12	12	42
Bacillus pumilus	2	5	3	2	12
Bacilius laterosporus	1	0	0	0	1
Bacillus megatherium	0	0	4	2	6
Bacillus cereus var. mycoides	0	0	0	2	2
Bacilius cylindricus	0	0	1	1	2
Total	15	11	20	19	65

いずれにしても一般的に小麦澱粉はいも澱粉より細菌学的に極めて清潔であることは明かである。小麦澱粉を使用して製造されたカマボコはいも澱粉使用のものよりも比較的長期間の保存に堪え得るといわれている原因の一部は少くともこのような事実に起因するものと推察される。

小麦澱粉中に存在する無胞子細菌はカマボコの腐敗に対してあまり大きな意義はないものと考えられるが種別についての研究が見当らないので，Table 2 に示した試料 A から得られた 11 株についてのみではあるが，菌学的諸性質を調べ，Bergey の方法によつて分類し，それらの種類を同定したので，その結果を Table 4 に掲げた。

Table 4. The kinds of the non-spore forming bacteria isolated from the wheat starch (Sample A).

Flavobacterium esteroaromaticum	2
Flavobacterium aquatile	1
Corynebacterium helvolum	2
Micrococcus ureae	2
Sarcina flava	4
Total	11

これらはいずれも非運動性の細菌であつて，土壌，塵埃等に普通に見出される種類であり，澱粉の貯蔵中に死滅せず生残つていたものか或はその後新に塵埃その他から混入汚染して存在したものか全く不明であるが，恐らくは前者であると考えてもよいであろう。いずれにしてもさきに述べたように無胞子細菌は澱粉の貯蔵期間中に次第に死滅減少するから，ここに得られた結果から他の一般的の場合を類推することは不可能であつて，これは単にこの実験においてこのような結果が得られたというに過ぎないと考えるべきであろう。

結　　論

1. 小麦澱粉はいも澱粉に比較して，微生物学的に極めて清潔である。
2. 小麦澱粉 1 g 中には 500～1,000 の細菌胞子が含有され，この大半以上は *Bacillus subtilis* の胞子である。又 *Bacillus pumilus* の胞子も少数ではあるが常在する。

附　　　　記

小麦澱粉には麩製造の副産物として家内工業的に生産されるものもあるが，このような澱粉は現在カマボコ製造に広く用いられているとは思われない。しかし稀にはこのような澱粉も小規模の工場等において利用される場合もあるらしいので，僅かに1試料（製造工場不明）についてのみではあるが，細菌数を測定した。仍てその結果を玆に附記する。即ち全細菌数は 1g 当り 54,200 であり，全胞子数は 35,400 であつた。この値はいも澱粉と同程度或はそれ以上であつて，前述の小麦澱粉に比較すれば，この種の澱粉は細菌学的に極めて不潔なことがわかる。

終りに試料について御尽力を頂いた全国水産煉製品協会専務理事柴信一氏並びに島根県水産試験場長神藤正氏に感謝の意を表わす。

文　　　　献

1) 木俣・河合：本誌，**16** (12)，55 (1951).

2) 横関・大島：北海道水試研究報告，**7**，1 (1951). 北海道区水研報告，**5**，21 (1952).

3) R. S. Breed. *et al* : "Bergey's Manual of Determinative Bacteriology", 6th Ed., 1948. The Williams & Wilkins Co., Baltimore.

4) F. W. Tanner : "Microbiology of Food", 2nd Ed., 1946, Garrard Press, Champaign.

雑　　　録

○関東在住役員会　7月17日　於東海区水研

日中友好協会から科学技術部門拡充に対してアンケートを求められ，討論の結果，同協会自身の科学技術部門の拡充に賛成するとと回答することに決定した。

学術会議会員選挙について，選挙管理委員から現状の説明があつた。（7月14日現在水産の有権者登録受付数は 682）

新入会承認　普通会員2名。

○九州支部例会　31年7月14日　於長崎大水産学部

1. 九州西方対馬暖流域の浮游性端脚類について　入江春彦（長大水）
2. 大村湾魚類の天然餌料となつている十数種の動物性プランクトンについて　山田鉄雄（長大水）
3. 九州西海域のマイワシの生長と生態—I.　辻田時美（西水研）
4. 東海の底魚類漁獲物における等比級数則について—I.　辻田時美（西水研）
5. 東海の底魚類の日週活動—I.　キグチイ・ボダイの日週活動について　辻田時美（西水研）

昭和三十一年八月二十日 印刷 昭和三十一年八月二十五日 発行	第二十二巻 第四号	本号定価 140 円 （送料別）

編集兼発行者 松 江 吉 行
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内
発 行 所 日 本 水 産 学 会
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内
振 替 口 座 東 京 59529番

印 刷 者 篠 原 收 二
印 刷 所 東海出版印刷株式会社
発 売 所 東海出版印刷株式会社
東京都中野区江古田 3 の1223
電話 中 野 (38) 4101・9108